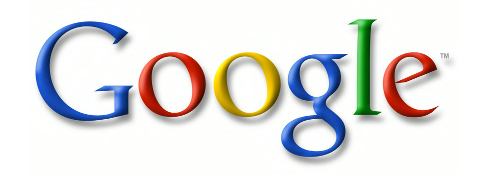
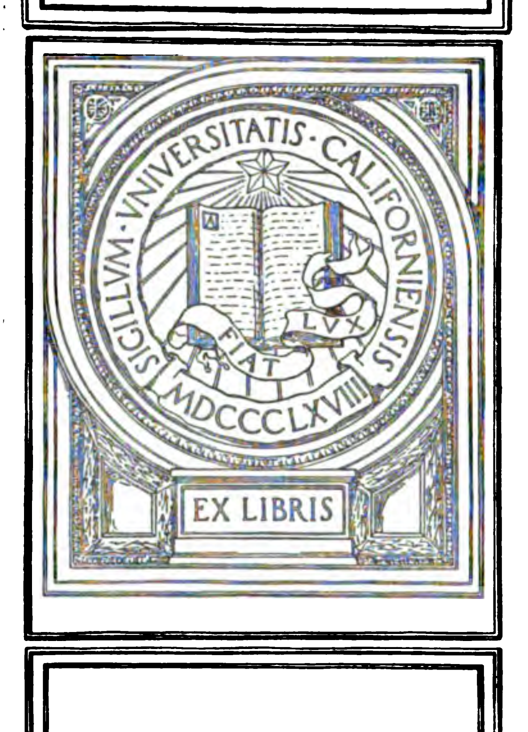



SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



ZEITSCHRIFT

FÜR

HYGIENE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. R. KOCH, UND DR. C. FLÜGGE,

O. Ö. PROFESSOR UND DIRECTOR
DES HYGIENISCHEN INSTITUTES DER
UNIVERSITÄT BERLIN,

O. Ö. PROFESSOR UND DIRECTOR
DES HYGIENISCHEN INSTITUTES DER
UNIVERSITÄT GÖTTINGEN.

—— ——

ERSTER BAND.

MIT DREIZEHN ABBILDUNGEN IM TEXT UND FÜNF TAFELN.



LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1886

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

Zur Einführung.

Die hygienische Lehre und Forschung hat innerhalb des letzten Jahrzehnts eine bedeutungsvolle Umwandlung dadurch erfahren, dass neben der empirischen Beobachtung, welche bis dahin fast ihre ausschliessliche Basis bildete, mehr und mehr die Methode der naturwissenschaftlichen Beobachtung und des Experiments zur Lösung der mannigfaltigen und schwierigen hygienischen Aufgaben herangezogen wurde. Durch die Begründung eigener Institute ist es seit Kurzem möglich geworden, in der neuen Richtung energisch und erfolgreich vorzugehen; und es ist vorauszusehen, dass fortan in rasch steigender Zahl experimentelle Untersuchungen hygienischer Fragen unternommen werden.

Im engen Anschluss an diesen Zuwachs neuer Methoden wird aber auch die Form der Mittheilung hygienischer Arbeiten zum Theil eine andere werden müssen. Experimentelle Untersuchungen lassen eine genaue Mittheilung der Methode und der Versuchsprotokolle wünschenswerth erscheinen, da ohne solche eine Controle und Vergleichung mit anderen Versuchsreihen unmöglich wird; Publicationen speciell bacteriologischen Inhaltes erfordern ferner oft eine Erläuterung durch schwierig herzustellende Abbildungen, z. B. durch Photogramme, welche allein zur Wiedergabe absolut naturgetreuer Bilder geeignet sind, oder durch sorgfältigst ausgeführte lithographische Tafeln, in welchen feinere morphologische Details entsprechenden Ausdruck finden.

Derartige Mittheilungen experimentell gewonnener Resultate wurden in letzter Zeit oft in nothgedrungener Kürze in den wöchentlich erscheinenden Fachjournalen oder aber in grösserer Ausdehnung in einzelnen Broschüren veröffentlicht, somit in einer Form, welche dem Interesse des

Autors so wenig wie dem des Publikums entspricht. Die *„Zeitschrift für Hygiene“* soll in dieser Beziehung ergänzend eintreten, indem sie auch Versuchsprotokollen, Tabellen und erläuternden Abbildungen ausreichend Raum gewährt und dadurch der Erweiterung des Arbeitsgebietes der Hygiene in vollstem Maasse Rechnung trägt.

Unter den einer experimentellen Behandlung zugänglichen Kapiteln der Hygiene ist gegenwärtig die Bacteriologie in den Vordergrund des Interesses gedrängt; und da dieses Gebiet gleichzeitig ein neubebautes und ungemein ertragsfähiges Terrain darstellt, so ist es wohl selbstverständlich, dass in den nächsten Jahren auch in der *„Zeitschrift für Hygiene“* grössten Theils Arbeiten bacteriologischen Inhalts erscheinen werden. Von vornherein möchten wir aber der irrthümlichen Anschauung entgegentreten, dass die Zeitschrift einen specifisch bacteriologischen Charakter tragen solle; so wenig wie die Hygiene in der Bacteriologie aufzugehen bestimmt ist, ebensowenig wird die *„Zeitschrift für Hygiene“* einen einseitigen Standpunkt vertreten. Sie hat vielmehr die Aufgabe, Arbeiten aus allen Theilen der Experimentalhygiene, aus der hygienischen Statistik und aus der öffentlichen Gesundheitspflege in gleicher Weise Raum zu gewähren. Ihr Ziel ist die Förderung exacter wissenschaftlicher Arbeit auf dem ganzen Gebiet der Hygiene.

R. Koch. C. Flügge.

[Aus dem hygienischen Institut zu Göttingen.]

Ueber die Schicksale der in's Blut injicirten Mikroorganismen im Körper der Warmblüter.

Von

Dr. med. W. Wyssokowitsch
aus Charkow.

(Hierzu Taf. I.)

Die jüngsten Entdeckungen zahlreicher pathogener Bacterien und die Erkenntniss der Form- und Entwickelungseigenthümlichkeiten derselben repräsentiren keineswegs einen Abschluss unserer Forschungen auf dem Gebiet der Aetiologie der Infectionskrankheiten, sondern vielmehr den Anfang einer grossen Reihe von Untersuchungen, die zur weiteren Aufklärung über dies wichtigste Thema der Hygiene und Pathologie unerlässlich und nunmehr auf Grund der neuen bacteriologischen Methoden einer exacten Erforschung überhaupt erst zugänglich geworden sind. Zu den einer Lösung harrenden Aufgaben gehört namentlich die nähere Feststellung der Infectionswege, der Nachweis der Invasionspforten, die Präcisirung der Wirkungsweise der Infectionserreger im Körper, endlich die Ermittelung der Schutzvorrichtungen, mit deren Hülfe der Körper der eingedrungenen Mikroorganismen Herr werden kann. Die Beantwortung dieser Einzelfragen führt demnächst offenbar zu einem Verständniss eines der interessantesten und wichtigsten hygienischen Probleme: der Ursache der individuellen Disposition und der Immunität.

Aus der Reihe der im Hinblick auf dieses Ziel zu erledigenden Vorfragen habe ich zunächst ein Thema herausgegriffen und in Arbeit genommen, das noch fast gar nicht Gegenstand einer Experimental-Untersuchung gewesen ist, nämlich das Schicksal der in die Blutbahn eines Warmblüters eingedrungenen Mikroorganismen. Man weiss im Allgemeinen bis jetzt nur, dass nicht pathogene Bacterien, wenn sie in den Körper gelangt sind, dort nach einiger Zeit vermisst werden; man weiss aber

nichts sicheres über die Mittel und Wege, mittels deren der Körper sich dieser Bacterien entledigt; und doch ist es offenbar wichtig, diese Mittel und Wege genau kennen zu lernen, weil eben dieselben wahrscheinlich eine wesentliche Rolle in dem Kampf spielen werden, welchen der Körper mit eingedrungenen pathogenen Bacterien zu führen hat und welcher bald mit dem Siege des einen, bald mit dem der anderen zu enden pflegt.

Eine Aufklärung über diese Fragen glaubte ich am besten dadurch erhalten zu können, dass ich zunächst genauer feststellte, welche Bacterienarten nach dem Eindringen in die Blutgefässe von Kaninchen oder Hunden wieder verschwinden, und binnen welcher Zeit das Verschwinden vor sich geht. Sodann waren die Wege zu ermitteln, durch welche die Beseitigung erfolgt; und in dieser Beziehung konnte in Frage kommen: erstens eine Ausscheidung der Bacterien durch die Nieren und den Harn; zweitens die Transsudation in den Darm oder die Ausscheidung durch andere Secrete; drittens ein Absterben der Bacterien innerhalb des circulirenden Blutes; oder viertens eine Ablagerung in irgend welchen Organen oder Organtheilen des Körpers und ein Zugrundegehen an diesen Ablagerungsstätten.

I. Untersuchungen über das Verschwinden in's Blut injicirter Bacterien aus demselben.

Im Jahre 1874 stellten Traube und Gscheidlen[1] die ersten Versuche über das Schicksal der in's Blut von Warmblütern gebrachten Bacterien an. Sie injicirten Kaninchen und Hunden Gemenge von Fäulnissbacterien intravenös, und fanden, dass arterielles Blut, 24 oder 48 Stunden nach der Injection unter aseptischen Cautelen entnommen, selbst nach Monaten nicht faulte, dass also innerhalb jener Frist die injicirten Bakterien verschwunden oder zu Grunde gegangen waren. Traube und Gscheidlen äussern die Vermuthung, dass der ozonisirte Sauerstoff der Blutkörperchen das für die Bacterien schädliche Moment darstelle. Nach Injection sehr grosser Mengen von Bacterien sahen sie die Thiere gewöhnlich binnen 24 bis 48 Stunden zu Grunde gehen, und dann fanden sich Fäulnissorganismen in dem kurz vor dem Tode entnommenen Blut.

Watson Cheyne[2] hat 1879 die Organe von Kaninchen, denen er intravenös bacterienhaltige Flüssigkeit eingeführt hatte, unter aseptischen Cautelen in Gurkeninfus gebracht, und fand dort keine Entwicklung von Bacterien, wenn die injicirte Menge gering ($^1/_4$ bis $^3/_4$ ccm) war. Die

---

[1] *Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur.* 1874.
[2] *Transactions of the pathological Society of London.* 1879. vol. 30.

Bacterien waren demnach im Körper zerstört oder aus demselben entfernt; und zwar schien das nur zu geschehen, so lange das Thier normal und der Ernährungszustand gut war, während z. B. bei Thieren mit chronischer Phosphorvergiftung in Blut und Geweben Organismen gefunden wurden. Injicirte Watson Cheyne grössere Mengen bacterienhaltiger Flüssigkeiten, so fanden sich auch bei gesunden Thieren Bacterien in den Organen; und den Grund für diese Erscheinung vermuthete Watson Cheyne in dem Umstande, dass mit den grösseren Mengen von Bacterien auch deren Produkte mit eingeführt werden, und dass diese ähnlich wirken wie der Phosphor, wie Gifte, welche die Widerstandskraft des Thieres lähmen.

Ferner hat Fodor[1] in jüngster Zeit Kaninchen grössere Mengen (50 bis 200 Millionen) von Bacterien und deren Sporen eingespritzt und hat dann von Zeit zu Zeit aus dem Blut Proben genommen, durch welche er constatirte, dass die Bacterien aus dem Blut des gesunden und kräftigen Thiers in der Regel binnen 4 bis 8 Stunden verschwinden; aus dem Blut schwächerer oder hungernder Thiere schienen sie sich langsamer zu verlieren. Fodor schliesst daraus, dass die Bacterien in dem lebenden Blute der gesunden Thiere zu Grunde gehen.

Diese Angaben (deren letzte mir übrigens erst nach Beendigung meiner Versuche bekannt wurde) erschienen mir in mehrfacher Beziehung einer Ergänzung mit Hülfe der neueren bacteriologischen Methoden bedürftig. Die Versuche mussten anstatt mit Bacteriengemengen mit Reinculturen verschiedener, theils saprophytischer, theils mehr oder weniger pathogener Pilze wiederholt werden; ferner musste womöglich durch eine Zählung der zu verschiedenen Zeiten noch vorhandenen Bacterienindividuen die Art der Abnahme resp. Zunahme genauer verfolgt werden; und ebenso war die Zeitdauer bis zum völligen Verschwinden aus dem Blute für die einzelne Bacterienart und unter dem Einfluss verschiedener Bedingungen näher festzustellen. — Die darauf abzielenden Experimente stellte ich, anschliessend an einige von C. Flügge im Sommer 1884 unternommene Vorversuche, während des Winters 1884 bis 1885 an.

Die Ausführung der Versuche geschah in der Weise, dass aus Reinculturen verschiedener Pilze auf Gelatine, Agar oder Kartoffeln eine concentrirte Aufschwemmung mit Hülfe von sterilisirter Kochsalzlösung hergestellt und gesunden Hunden oder Kaninchen in eine Vene injicirt wurde. Die Culturen waren stets frisch, höchstens acht Tage alt; meist

[1] Sitzungsbericht der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 18. Mai 1885; ref. in *Deutsche medicin. Wochenschrift.* 1885. Nr. 25.

waren sie in weiten Probirröhrchen auf in schräger Fläche erstarrtem Nährsubstrat angelegt. Zur Bereitung der Aufschwemmung wurde 0·7 prozentige Kochsalzlösung in kleiner Menge (1 bis 2 ^{ccm}) in das Röhrchen gegossen, und mittelst eines Platindrahts die Cultur mit der Flüssigkeit verrieben; darauf wurde die trübe Aufschwemmung durch ein vorher geglühtes Filter aus Messingdrahtgaze filtrirt, das Filtrat mit den aus anderen Probirröhrchen gewonnenen Portionen in einem sterilisirten Glasschälchen vereinigt und dann in eine Pravaz'sche Spritze aufgenommen. Die Zahl der verwendeten Culturgläser variirte nach der Menge der injicirten Flüssigkeit sowie nach der Ergiebigkeit der einzelnen Cultur; manche Pilze liefern so dicke Auflagerungen, dass schon ein Reagensglas ausreicht. um mit 5 ^{ccm} Wasser eine dicke Aufschwemmung zu geben, andere (z. B. die Streptokokken) wachsen in Form eines so dünnen Belags, dass stets eine grössere Anzahl von Culturgläsern mit möglichst wenig Kochsalzlösung ausgespült werden mussten. — Mehrfach wurde die ungefähre Zahl der injicirten Organismen bestimmt, dadurch dass das ganze Volum der Aufschwemmung gemessen, und dass dann ein Theil derselben abgenommen, auf das 500 bis 1000 fache Volum verdünnt und in dieser Verdünnung zu Gelatineplatten verwandt wurde. Im Durchschnitt enthielt nach diesen Bestimmungen 1 ^{ccm} der injicirten Aufschwemmung 20 bis 40 Millionen Bacterien. Wo in den folgenden Versuchen dichtere Aufschwemmungen verwandt wurden, ist dies durch die Bezeichnung „concentrirte“ oder „sehr concentrirte“ Aufschwemmung angezeigt.

Die Pravaz'schen Spritzen, welche 1 oder 5 oder 20 ^{ccm} fassten, waren im Dampfapparat oder durch Einlegen der einzelnen Spritzentheile in Sublimatlösung und nachfolgendes oft wiederholtes Abspülen mit sterilisirter Kochsalzlösung desinficirt. Eine rasche Abnutzung der Spritzen und von Zeit zu Zeit Ersatz oder Reparatur derselben ist trotz aller Vorsicht unvermeidlich.

Die Injection wurde bei Hunden durch Einstich der Spritzenkanüle in die freigelegte V. cruralis gemacht; bei Kaninchen gelingt es nach einiger Uebung sehr leicht, die Kanüle durch die äussere Haut hindurch in eine der an jedem Rande des Ohres verlaufenden Venen einzustechen und so die intravenöse Injection mit voller Sicherheit auszuführen. Meerschweinchen erhielten die Einspritzung in die vorher freigelegte V. jugularis ext. — Vor der Injection wurde die Operationsstelle abgeseift, rasirt, mit Sublimatlösung und dann mit Alkohol und sterilisirter Kochsalzlösung gewaschen.

Die Entnahme von Blutproben der Versuchsthiere erfolgte dadurch, dass kleine Schnitte durch eine oberflächliche Hautvene oder -arterie gemacht wurden, bis ein dicker Blutstropfen hervorquoll; bei Kaninchen war das Ohr, bei Hunden die Haut des Bauchs und der inneren Schenkelfläche am besten

zur Entnahme geeignet. Vor dem Einschnitt wurde die Haut abgeseift, rasirt, und mit Sublimat-, Alkohol- und Kochsalzlösung behandelt. Das hervorquellende Blut wurde mit grossen Platindrahtösen abgenommen, die $^1/_{30}$ bis $^1/_{20}$ ccm fassten. Von solchen in den Oesen haftenden Blutstropfen wurden einer oder mehrere direkt in Probirröhrchen mit verflüssigter Gelatine gebracht und demnächst mit dieser auf Platten ausgegossen. Vielfach wurden einzelne Blutproben zur mikroskopischen Untersuchung mittelst frischer oder getrockneter und gefärbter Präparate verwandt.

Stets wurden mindestens zwei Platten mit dem zu einer Zeit entnommenen Blut angelegt; oft eine grössere Zahl. Gewöhnlich wurde die gebräuchliche Fleischinfuspeptongelatine mit 5 Procent Gelatine benutzt, nur wenn grössere Mengen von Flüssigkeit zuzusetzen waren (wie in den folgenden Versuchen mit Harn), verwendete ich 10procentige Gelatine. Für einige Bacterienarten, welche die Gelatine so rasch verflüssigen, dass ihre Bestimmung dadurch auf Schwierigkeiten stösst, wurden Agarplatten (mit 1 Procent Agar, durch 10 bis 12stündiges ununterbrochenes Kochen gelöst) vorgezogen.

Die Platten blieben in gut schliessenden Glasschalen in einem grossen auf 22° eingestellten Thermostaten, die Agarplatten bei 35°; diese Schalen wurden erst geöffnet, wenn von aussen ein deutliches Auswachsen zu makroskopischen sichtbaren Colonieen zu constatiren war. Letztere wurden dann mit Hülfe einer quadrirten Glastafel gezählt, und nach abermaligem 1 bis 2tägigem Aufenthalt im Brutofen wurde die Zählung wiederholt. Ein Ausbleiben des Wachsthums und demnach ein Freisein der Probe von entwicklungsfähigen Pilzen wurde erst nach mindestens 7tägiger Beobachtungsdauer als erwiesen angesehen.

Dass durch die Plattenmethode in der That brauchbare Angaben über die Zahl der in den Proben vorhandenen Pilzindividuen erhalten werden, habe ich theils durch besondere Versuche festgestellt, theils wurde dies in einer anderen unten mitgetheilten Versuchsreihe durch Hrn. Bolton bestätigt, auf welch' letztere ich verweisen darf.

Erste Gruppe. Schimmelpilze (auf sauerem Nähragar oder auf sauerer Nährgelatine in Reincultur gezüchtet):

Versuchs-Nummer.	Schimmelpilzart.	Art des Versuchsthieres.	Injectionsmenge.	Zahl der Colonieen aus einer Blutprobe.
29	Aspergill. fumig. (Sporen)	Kaninchen.	1 ccm trübe Aufschw.	Nach 15 Min. = 0
30	" "	"	" "	" 10 " = 0
31	" "	"	" "	" 10 " = 0
32	Penicill. glaucum	"	" "	" 10 " = 20 " 24 St. (get.) = 9

(Erste Gruppe. Fortsetzung.)

Versuchs-Nummer.	Schimmelpilzart.	Art des Versuchsthieres.	Injectionsmenge.	Zahl der Colonieen aus einer Blutprobe.
33	Penicill. glaucum	Kaninchen.	2 ccm trübe Aufschw.	Nach 20 Min. = 12
33a	„ „	Dasselbe Thier 6 Tage später.	„ „ „	„ 30 „ = 120 „ 22 Stunden (getödtet) = 7
129	„ „	Kaninchen.	2 ccm sehr conc. Aufschwemmung.	„ 6 Min. = 1440 „ $1^1/_2$ St. = 925 „ $3^1/_2$ St. = 420

Zweite Gruppe. Saprophytische Bacterien.

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Injectionsmenge.	Zahl der Colonieen aus einer Blutprobe.
51	Bacillus subtilis	Kaninchen.	1 ccm trübe Aufschw. (sporenfrei)	Nach 15 Min. = 2 „ $1^3/_4$ u. $4^3/_4$ St. = 0
72	„ „	„	1 ccm (sporenhaltig)[1]	„ 5 Min. = 93 „ 15 „ = 0 „ 38 „ = 0
124	„ „	„	1 ccm conc. Aufschw.	„ 5 „ = 322 „ 30 „ = 4 „ $1^1/_2$ St. = 1 „ 3, 5 u. $7^1/_2$ St. = 0
38	Bac. acidi lactici	„	2 ccm trübe Aufschw.	„ 10 Min. = 700 „ $4^1/_4$ St. = 0
39	„ „	„	„ „ „	„ 7 „ = 0
125	Micr. aquatilis (Im Wasser häufig vorkommende Art).[1]	„	1 ccm conc. Aufschw.	„ 6 Min. = 17200 „ 30 „ = 2400 „ $1^1/_2$ St. = 305 „ $2^3/_4$ „ = 10 „ $4^1/_2$ „ = 0 „ $7^1/_4$ „ = 0
57	Spirillum Finkler & Prior.	„	$^3/_4$ ccm conc. Aufschw.	„ 6 Min. = unzählig. „ 36 Min. = 38 „ $3^1/_2$ St. = 0 „ 23 „ = 0
75	„ „	„	1 ccm conc. Aufschw.	„ 3 „ = 0
76	Spirillum tyrogenum	„	1 ccm dünne Aufschw.	„ 5 Min. = 30
77	„ „	„	„ „ „	„ 7 „ = 0 „ $2^1/_2$ St. = 0
78	„ „	„	„ „ „	„ 15 Min. = 0
93	„ „	„	„ „ „	„ 15 „ = 200 „ 43 „ = 10
102	„ „	„	$1^1/_4$ ccm conc. Aufschwemmung von Agarcultur.	„ 8 Min. = unzählig „ $^3/_4$ St. = 1200 „ 80 Min. = 272

[1] Die Bezeichnungen der Bacterienarten sind aus Flügge, *Mikroorganismen*, 2. Aufl. 1886, entnommen.

Dritte Gruppe. Bacterien, die für den Menschen oder andere Thiere pathogen, für die benutzten Versuchsthiere aber unschädlich sind:

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Injectionsmenge.	Zahl der Colonieen aus einer Blutprobe.
1	Microc. tetragenus.	Hund.	$8^3/_4$ ccm trübe Aufschwemmung.	Nach 20 Min. = 4 „ 70 „ = 0
2	„ „	„	$13^3/_4$ ccm trübe Aufschwemmung.	„ 15 „ = 150 „ 90 „ = 8
3	„ „	„	$12^1/_2$ ccm trübe Aufschwemmung.	„ $1^3/_4$ St. = 0
4	„ „	„	„ „ „	„ 5 St. aus mehreren Tropfen Blut = 0
48	„ „	Kaninchen.	2 Tage je 1 ccm conc. Aufschw.	„ 75 Min. = 668
119	„ „	„	1 ccm „ „	„ 6 „ = 576 „ 30 „ = 180 „ 60 „ = 31 „ 2 St. = 15 „ $3^1/_4$ „ = 7 „ $5^1/_4$ „ = 0
34	„ „	„	an 4 Tagen hintereinander je 2 ccm conc. Aufschwemmung.	„ 2 St. (n. d. letzten Inject.) = 374 „ 17 St. = 144 „ 24 „ = 6
11	Bac. typhi abdominalis.	Hund.	$7^1/_2$ ccm trübe Aufschwemmung.	„ 15 Min. = 14 „ $2^1/_4$ St. = 8
12	„ „	Kaninchen.	1 ccm trübe Aufschw.	„ 30 Min. = 80 „ 5 St. = 5
13	„ „	„	„ „ „	„ $3^1/_4$ „ = 100 „ 18 „ = 0
54	Spirillum Cholerae asiaticae.	„	„ „ „	„ 5 Min. = 17600 „ 20 „ = 20 „ $3^1/_4$ St. = 0
55	„ „	„	$^1/_2$ ccm „	„ $^1/_2$ „ = 5 „ $1^1/_2$ „ = 0
20	Streptococcus pyogenes.	„	1 ccm dünne Aufschw.	„ $1^3/_4$ „ = 2 „ 7 „ = 0
21	„ „	„	„ „ „	„ 15 Min. = 1 „ 7 „ = 0
122	„ „	„	1 ccm dickere Aufschwemmung (3 Agarculturen).	„ 6 Min. = 2 „ 30 „ = 0 „ $1^1/_2$, 3, 7 St. = 0
128	„ „	„	1 ccm conc. Aufschw. (5 Culturen).	„ 5 Min. = 43 „ 30 „ = 1 „ $1^1/_2$ St. = 0

Vierte Gruppe. Für die Versuchsthiere pathogene Bacterien:

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Injectionsmenge.	Zahl der Colonieen aus einer Blutprobe.
17	Staphylococcus aureus	Kaninchen.	1^{ccm} dünne Aufschw.	Nach $2^{3}/_{4}$ St. = 15
18	„ „	„	„ dickere „	„ 7 „ = 5
126	„ „	„	1^{ccm} dickere Aufschwemmung.	„ $1^{3}/_{4}$ St. = 75 „ 7 „ = 14 „ 30 „ = 1
123	„ „	„	1^{ccm} conc. Aufschw. von Agarcultur	„ 5 Min. = 502 „ 30 „ = 4 „ $1^{1}/_{2}$ St. = 7 „ 3 „ = 80 „ 5 „ = 132 „ 7 „ = 198 „ 9 „ = 84
116	Bacillus cuniculicida	„	1^{ccm} conc. Aufschw.	„ 5 Min. = unzähl. „ 30 „ = 95 „ 1 „ = 14
25	Bacillus anthracis	„	1^{ccm} dünne Aufschw.	„ 17 „ = 1600 „ $3^{1}/_{4}$ St. = 100 „ 24 „ = 0
26	„ „	„	1^{ccm} conc. Aufschw.	„ 15 Min. = unzähl. „ $4^{1}/_{2}$ St. = 0 „ 24 „ = unzähl.
36	„ „	„	2^{ccm} dünne Aufschw.	„ 5 Min. = 15 „ $2^{1}/_{4}$ St. = 0 „ 5, $23^{1}/_{2}$, $30^{1}/_{2}$ St. = 0 „ $46^{1}/_{2}$ St. = 3 „ $53^{1}/_{2}$ „ = 6 „ 70 „ = 56 „ 84 St. (gestorben.) = unzähl.
41	„ „	„	1^{ccm} conc. Aufschw.	„ 24 „ = 360
42	„ „	„	2^{ccm} sehr conc. Aufschwemmung	„ 24 „ = 17200
43	„ „	„	1^{ccm} sehr conc. Aufschwemmung	„ 24 „ = 4320
121	„ „	„	$3^{1}/_{2}$ ccm dünne Aufschwemmung (aus Mäusemilz)	„ 7 Min. = 130 „ 30 „ = 1 „ $1^{1}/_{2}$ St. = 0 „ 4 „ = 0 „ 6 „ = 8 „ 8 St. aus mehreren Tropfen Blut = 16800
133	„ „	Hund.	20^{ccm} Aufschw. von Milzbrandorganen	Nach 4 St. = 15 „ 20 „ = unzähl.

Fünfte Gruppe. Bacterien, welche sich dadurch auszeichnen, dass sie in kleinen Dosen nicht pathogen sind, aber in grosser Menge injicirt, bei den Versuchsthieren toxische Wirkung und namentlich Gastroenteritis hervorrufen. Vielleicht sind auch die Finkler-Prior'schen Spirillen und die Käsespirillen (Versuch Nr. 57, 75—78, 93, 102), welche in sehr grossen Dosen ähnlichen Effect haben, in diese Gruppe einzureihen.

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Injectionsmenge.	Zahl der Colonieen aus einer Blutprobe.
111	Bacillus Indicus ruber	Kaninchen.	1^{ccm} mässig conc. Aufschwemmung	Nach 2 St. = 70 „ 3 „ = 58 (gestorben).
127	„ „	„	1^{ccm} conc. Aufschw. (Agarcultur)	„ 6 Min. = 2630 „ 30 „ = 580 „ $1^1/_2$ St. = 347 „ 3 „ = 102 „ $5^1/_4$ „ = 62 „ 20 „ = 11400 (gestorben)
131	„ „	„	$0 \cdot 3^{ccm}$ conc. Aufschwemmung.	„ $2^1/_4$ St. gestorben; aus venösem Blut = 15
14	Bac. Pneumoniae	Hund.	$7^1/_2{}^{ccm}$ trübe Aufschwemmung	Nach 20 Min. = 150 „ 4 St. = 17 (gestorben).
5	Bacillus crassus sputigenus	„	15^{ccm} trübe Aufschwemmung.	„ 15 Min. = 40 „ $5^1/_2$ St. gestorben.
130	„ „	Kaninchen.	$^1/_2{}^{ccm}$ dünne Aufschwemmung	„ 5 Min. = 1340 „ 30 „ = 3 „ $1^1/_2$ St. = 3 „ $3^1/_2$ „ = 1 „ $4^1/_2$, $6^1/_2$, $8^1/_2$ 24 St. = 0.
115	„ „	„	1^{ccm} conc. Aufschw.	„ 6 Min. = unzählig „ 30 „ = „ „ 1 St. = 140400 „ 2 „ = 2464 „ 3 „ = 2684 „ $4^1/_2$ „ = 1048 „ 6 „ = 720 „ $6^1/_2$ „ = 4020 (gestorben).
87	Bacillus oxytokus perniciosus	„	$1^1/_2{}^{ccm}$ conc. Aufschwemmung	„ 15 Min. = unzähl. „ $3^1/_4$ St. = „ „ 18 „ = 560 (gestorben).
147	„ „	„	1^{ccm} conc. Aufschw.	„ 10 Min. = unzähl. „ 30 „ = „ „ 1 St. = 24600 „ 2 „ = 6000 „ 3 „ = 8000 „ 5 „ = 30000 „ 7 „ = 22000 „ 9 „ = 20000 „ 22 „ = unzähl. (gestorben).

Allgemein ergeben diese Versuche ein theilweises oder vollständiges Verschwinden der injicirten Mikroorganismen kurze Zeit nach der Einspritzung. Von den zwei zum Versuch herangezogenen Schimmelpilzen verlassen die Aspergillussporen die Blutbahn jedenfalls erheblich rascher als die Sporen von Penicillium; aber auch von diesen kreisen nach einigen Stunden nur noch geringe Reste der kolossalen eingebrachten Menge im Blute. Am schnellsten verschwinden die in der Gruppe 2 zusammengestellten saprophytischen Bacterien; selbst wenn enorme Quantitäten injicirt waren, ist innerhalb spätestens drei Stunden nichts mehr von ihnen übrig geblieben. — Die für Menschen und gewisse Thiere pathogenen Bacterien der Gruppe 3 verschwinden ebenfalls noch ziemlich rasch (gewöhnlich innerhalb 3 bis 4 Stunden) und vollständig; nur wenn sehr grosse Mengen wiederholt injicirt werden (Versuch Nr. 34), sind selbst nach 24 Stunden noch nicht alle Bacterien aus dem Blut entfernt. — Bei den auch für die Versuchsthiere pathogenen Bacterien der Gruppe 4 kommt es bei Einverleibung kleiner Mengen zu einer ziemlich raschen Abnahme, die innerhalb 3 bis $4^1/_2$ Stunden selbst bis zum völligen Verschwinden oder doch zum Restiren von nur wenigen Exemplaren führt (bei Staphylococcus nie so vollständig wie bei Anthrax). Von einem nach der Bacterienart und nach der Injectionsmenge wechselnden Zeitpunkt ab findet dann aber wieder allmähliche Zunahme der im Blute kreisenden Bacterien statt, und diese Steigerung hält bis zum Tode des Thieres an. Bei concentrirteren Injectionen (Vers. Nr. 121, 133, 42, 26) ist die Abnahme nicht so prompt und vollständig, und ausserdem kommt es nachher zu einem bedeutend schnelleren Ansteigen als nach Einführung kleiner Mengen. — Am schwierigsten gelingt die Eliminirung offenbar bei den Bacterien der letzten Gruppe. Hier verschwinden sogar kleine Mengen sehr langsam und nur ausnahmsweise vollständig (Vers. Nr. 130); bei etwas erheblicheren Dosen findet während der ersten Stunden zwar eine gewisse Abnahme statt, aber das Blut bleibt immerhin noch in hohem Maasse bacterienhaltig; und nachdem die Verminderung während 3 bis 6 Stunden angedauert hat, beginnt eine rasche Steigerung der Bacterienzahl, welche dann den Tod des Versuchsthieres begleitet.

Ausnahmslos tritt also bald nach der Injection eine sehr bedeutende Verminderung im Gehalt des Bluts an Bacterien ein, in den meisten Fällen kommt es zu einem völligen Verschwinden derselben und zwar tritt diese Erscheinung nach der Injection sowohl pathogener wie saprophytischer Arten ein.

Es fragt sich nun, wie diese Verminderung zu Stande kommt, und welche der oben aufgezählten für eine Eliminirung verwerthbaren Möglichkeiten im Organismus verwirklicht ist. Von vornherein liegt es ent-

schieden am nächsten, einer physiologischen Abscheidung der Bacterien durch die Nieren eine wesentliche Rolle zuzuschreiben, und ich habe daher zunächst auf die Untersuchung des Harns mein Augenmerk gerichtet.

II. Werden im Blute kreisende Bacterien durch die Nieren ausgeschieden?

Die bisherigen Ansichten über das Verhalten der Nieren gegenüber bacterienhaltigem Blut gehen weit auseinander. Während man es in früheren Jahren als feststehend annahm, dass in den Harn lediglich lösliche Stoffe, dagegen keinerlei körperliche Elemente übergehen können und während dabei auf das Beispiel der rothen Blutkörperchen hingewiesen wurde, neigen die neueren Pathologen mehr zu der Meinung, dass die Nieren durch eine echte Sekretion Fettkügelchen, Schimmelpilzsporen und Bacterien aus dem Blute abzuscheiden im Stande sind. Cohnheim[1] sieht die Fähigkeit des Organismus, mittelst der Nierensecretion sich nicht bloss von gelösten, sondern auch von organisirten Giften zu befreien, als eine werthvolle Einrichtung der Natur an, die freilich auch Gefahren berge, da es z. B. von dem tuberkulösen Virus wahrscheinlich sei, dass es eben durch seine Ausscheidung in die Harnwege Ursache der tuberkulösen Erkrankung des uropoëtischen Systems werde. — Ebenso fasst Thomas[2] die gegenwärtig herrschenden Ansichten dahin zusammen, dass bei allen Infectionskrankheiten sich gewöhnlich die specifischen Spaltpilze im Harn finden, und dass die gesunde Niere die in ihr sich anhäufenden Bacterien eliminirt, ohne dass ihr Gewebe erkrankt, während Veränderungen in ihr eintreten, wenn sie ein locus minoris resistentiae ist.

Die experimentellen Untersuchungen, welche ohne Zweifel allein im Stande sind eine Entscheidung dieser wichtigen Frage zu liefern, haben in den letzten Jahren ebenfalls widersprechende Resultate ergeben. Gegen einen regelmässigen Durchtritt von Bacterien durch die intakte Niere sind die Untersuchungen von Lister[3] und von Leube[4] anzuführen, welche den normalen, unter aseptischen Cautelen entnommenen Harn wiederholt frei von Bacterien fanden. Freilich ist dieses Ergebniss kein vollgiltiger Beweis gegen das Secretionsvermögen der Niere und gegen das gelegentliche Auftreten secernirter Bacterien im Harn, denn die Bacterienfreiheit des normalen Harns besteht vielleicht nur deshalb, weil auch im normalen Blut keine Bacterien vorkommen. — Ferner hat Damsch[5] als

[1] *Vorlesungen über allgemeine Pathologie.* B. II. S. 295.

[2] Neubauer und Vogel, *Harnanalyse.* 8. Aufl. 2. Abth. S. 485.

[3] *Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh.* 1875.

[4] *Zeitschrift für klinische Medicin.* 1881. S. 239.

[5] *Deutsches Archiv für klinische Medicin.* Bd. XXXI. S. 78. — *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1883. Nr. 17.

diagnostisches Hülfsmittel zur Erkennung tuberkulöser Erkrankungen des Urogenitalapparates die Verimpfung des eitrigen Bodensatzes des Urins in die vordere Augenkammer von Kaninchen empfohlen; damit ist vorausgesetzt, dass tuberkulöse Kranke, welche nicht an Urogenitaltuberkulose leiden, einen von Tuberkelbacillen freien Harn liefern, und dass das Auftreten derselben im Harn eine lokale Erkrankung der Niere oder der Blase, des Hodens etc. vorausgesetzt. — Auch Recurrensspirillen werden für gewöhnlich im Harn der Kranken vermisst; von Kannenberg[1] wurden sie nur in einem Falle von hämorrhagischer Nephritis gefunden. — Gegen eine Secretion von körperlichen Elementen überhaupt sind ferner noch anzuführen die Versuche von Hoffmann und Langerhans,[2] welche bei Versuchsthieren nach Injection von Zinnober in's Blut den Harn stets frei von Zinnoberkörnchen fanden. Ebenso konnte Rütimeyer[3] bei Hunden den injicirten Zinnober nicht wieder im Harn auffinden, während im Harn von fünf untersuchten Fröschen viermal einzelne Zinnoberkörnchen erkennbar waren; nach Injection von Fett wurden unter fünf Fällen dreimal die Fettkügelchen im Harn vermisst.

Für eine Ausscheidung der Bacterien durch den Harn sprechen zunächst Beobachtungen von Rütimeyer (l. c.), Wiener[4] und Maas,[5] die in mehreren Fällen den Uebergang von Fetttröpfchen in den Harn nach intravenöser Injection von Fett constatiren konnten. Ferner hat Grawitz[6] in's Blut von Kaninchen und Hunden injicirte Schimmelpilzsporen im Harn derselben wieder auftreten sehen. Sodann ist von zahlreichen Beobachtern zu einer Zeit, wo ein Nachweis von Bacterien durch Cultur und eine exakte Differenzirung derselben noch nicht möglich war, durch mikroskopische Untersuchung die Anwesenheit von Spaltpilzen im Harn von Kranken behauptet. Bei Scharlach, Masern, Erysipel, Typhus und anderen Infectionskrankheiten fanden Cornil und Babès,[7] Kannenberg (l. c.), Bouchard,[8] Balogh[9] u. A. m. Mikrokokken oder Bacillen oder ein Gemenge beider im Harn, ohne dass jedoch über die Identität der ge-

---

[1] *Zeitschrift für klinische Medicin.* 1880. S. 506.
[2] Virchow's *Archiv.* 1869. Bd. XLVIII. S. 303.
[3] *Archiv für experimentelle Pathologie.* 1881. Bd. XIV. S. 393.
[4] *Archiv für experimentelle Pathologie.* Bd. XI. S. 275.
[5] *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie.* Bd. XII. S. 118.
[6] Virchow's *Archiv.* Bd. LXX. S. 546.
[7] *Wiener medicinische Wochenschrift.* 1884. S. 134.
[8] Blochmann, *Thèse de Paris.* 1883.
[9] *Wiener medicinische Wochenschrift.* 1882. S. 1493. — Die übrige einschlägige Litteratur ist sorgfältig zusammengestellt von Thomas in Neubauer und Vogel's *Harnanalyse.* 8. Aufl.

fundenen Bacterien mit den im Körper des Kranken vorhandenen infectiösen Pilzen Gewissheit erlangt werden konnte.

Mit Hülfe der neueren bacteriologischen Methoden ist die Frage nach dem Uebertritt der Spaltpilze in den Harn noch selten bearbeitet. Für die Beurtheilung der mit diesen Methoden erlangten Resultate ist von vornherein eine Erwägung und eine Unterscheidung wichtig, welche merkwürdiger Weise bisher fast niemals genügend berücksichtigt ist. Es muss nämlich offenbar ein Uebertritt von Bacterien in den Harn in den Fällen als selbstverständlich angesehen werden, wo Gefässläsionen und Gewebsveränderungen in der Niere bestehen. So ist z. B. bei vielen Fällen von pyämischer Nephritis durch Untersuchung des Harns und von Schnitten aus der Niere die Anwesenheit der pathogenen Bacterien im Harn und in den Harnkanälchen zweifellos erwiesen. Wo ferner zu dem Krankheitsbilde einer Endocarditis ulcerosa, eines Puerperalfiebers u. s. w. heerdförmige Erkrankungen in der Niere hinzutreten, muss von jenen unter Zerstörung des normalen Gewebes gebildeten Heerden aus zweifellos häufig eine Abscheidung der in dem Heerde enthaltenen und von da weiter wuchernden Bacterien statthaben (vgl. Litten).[1] Derartige Heerderkrankungen der Niere sind dann auch in neuerer Zeit mehrfach experimentell durch intravenöse Injection einer Reincultur von Staphylococcus aureus ausgelöst worden; und auch in diesen Fällen wird man selbstverständlich das Auftreten der Staphylococcen in dem Harn erwarten müssen. — Ferner ist nicht selten bei an Milzbrand erkrankten Thieren beobachtet, dass sie blutigen Harn secerniren (Koch),[2] und auf Schnitten durch die Niere konnte zuweilen wahrgenommen werden, dass die Milzbrandbacillen manche Blutgefässe vollständig erfüllen und dadurch Gewebsläsion vorbereiten. Diesen Befunden entspricht es vollkommen, wenn Strauss und Chamberland[3] in hämorrhagischem Milzbrandharn Milzbrandbacillen in geringer Menge nachzuweisen vermochten. In ähnlicher Weise muss es auch bei Tuberkulose und Rotz zweifellos dann zu einem gelegentlichen Auftreten von Tuberkel- oder Rotzbacillen kommen, wenn im Nierengewebe Knötchenbildung und Gewebszerstörung stattgefunden hat.

Alle diese Fälle repräsentiren offenbar keineswegs eine physiologische Abscheidung von Bacterien aus dem Blute, derart, dass durch dieselbe der Niere in Cohnheim's Sinn eine den Körper schützende und von Bacterien befreiende Funktion zukommende würde. Eine solche ist vielmehr thatsächlich niemals sicher beobachtet. — In einer kürzlich er-

---

[1] *Zeitschrift für klinische Medicin.* 1881. S. 452.
[2] *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* Bd. I. S. 68.
[3] Ref. in *Centralblatt für Gynäkologie.* 1883. S. 800.

schienenen Experimentaluntersuchung tritt allerdings Philippowicz[1] für eine renale Bacterienabscheidung ein. Philippowicz fand zunächst unter sechs Fällen von allgemeiner akuter Miliartuberkulose, bei welchen keine Erkrankung der Harnorgane makroskopisch durch die Section nachweisbar war, in einem Falle in einem kleinen Bruchtheil der mikroskopischen Präparate vom Harn vereinzelte Tuberkelbacillen; in einem anderen Falle blieb die mikroskopische Untersuchung resultatlos, aber nach der Injection des Harns in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens ging dieses an Tuberkulose zu Grunde. In den übrigen Fällen wurden keine Bacillen gefunden. — Sodann konnte Philippowicz in dem Harn einer an Rotz gestorbenen Frau kurz nach dem Tode eine mässige Menge von Rotzbacillen nachweisen; ebenso in dem nach dem Tode entnommenen Harn zweier an Rotz verendeter Meerschweinchen; in allen drei Fällen waren die Harnorgane frei von Rotzknoten. Auch bei an Milzbrand gestorbenen Versuchsthieren beobachtete Philippowicz Milzbrandbacillen im Harn; bei zwei Mäusen und einem Meerschweinchen in reichlicher Zahl, bei zwei Meerschweinchen nur wenige, schlecht gefärbte, zweifelhafte. Ferner untersuchte Philippowicz in zwei zur Section gelangten Fällen von Endocarditis ulcerosa sowie in zwei tödtlich verlaufenen Fällen von Phlegmone den Harn durch Verimpfung auf geeignetes Nährsubstrat und erhielt so Culturen von Streptococcen; bei den Sectionen waren keine Heerderkrankungen oder Metastasen in den Nieren bemerkbar. — Philippowicz hat indess für den zu führenden Beweis, dass eine wirkliche Ausscheidung von Bacterien aus dem Blut durch die Nieren erfolge, offenbar sehr ungünstiges Material ausgewählt. Alle die von ihm untersuchten Infectionskrankheiten führen nachweislich ausserordentlich häufig zur Gewebsläsion innerhalb der Niere; und es ist doch wohl zweifellos, dass die Anfangsstadien derartiger Läsionen, welche schon mit einer abnormen Abscheidung von Bacterien einhergehen können, makroskopisch nicht immer auffindbar sind. Es besteht entschieden die Möglichkeit, dass in allen von Philippowicz beschriebenen Fällen kein intaktes Nierengewebe mehr vorlag und dass die gefundenen Bacterien nicht in Folge einer normalen Secretion, sondern durch Verletzung der sonst dichten Membranen in den Harn übergetreten sind. Ferner wird noch die Beweiskraft der Philippowicz'schen Versuche beeinträchtigt durch den Umstand, dass der Harn stets erst nach dem Tode resp. bei der Section entnommen wurde.

In jüngster Zeit ist ausserdem ein Uebergang von Bacterien aus dem Blut in den Harn behauptet worden von Finkler und Prior,[2] und zwar

---

[1] *Wiener medicinische Blätter.* 1885. Nr. 22 u. 23.

[2] *Centralblatt für allgem. Gesundheitspflege.* Ergänzungshefte. Bd. I. Hft. 5 u. 6.

bezüglich des von ihnen gefundenen Spirillums, sowie bezüglich der echten Choleraspirillen. Die Versuche mit der erstgenannten Art betrafen ein Meerschweinchen, welches nach Injektion einer Cultur in's Duodenum gestorben war und welchem bei der Section etwas Harn „unter allen Vorsichtsmaassregeln" (genauere Angaben, in welcher Weise namentlich die Beimischung von Blut vermieden wurde, fehlen) aus der Blase direct entnommen wurde; in dem Harn fanden sich spärliche Finkler'sche Bacillen; bei einem zweiten ebenso inficirten Meerschweinchen konnten Finkler und Prior gleichfalls aus dem direct der Blase entnommenen Harn Spirillen herauszüchten. Bei einem dritten in derselben Weise verendeten Versuchsthiere fanden sich im Harn keine Spirillen.

Nach Einspritzung echter Cholerabacillen in's Duodenum gelang es Finkler und Prior ebenfalls, im Harn der verendeten Thiere einige Male Kommabacillen nachzuweisen. Einmal entnahmen sie zu dem Zweck dem Nierenbecken eine Spur trüben, dicken Harns; in drei Fällen war die Harnblase absolut leer, so dass zum Zweck der Züchtungsversuche etwas Schleim von der Blasenschleimhaut mittelst einer Platinöse abgehoben werden musste. Bei zwei weiteren in Folge der Infection verendeten Thieren waren durch die aus Harn resp. aus der Nierensubstanz angelegten Culturen keine Kommabacillen nachweisbar, in den übrigen von Finkler und Prior angestellten Versuchen wurde das Verhalten des Harns nicht controlirt.

Diese Experimente sind zunächst deshalb nicht völlig einwandfrei, weil der Harn stets erst bei der Section aus der Blase entnommen wurde, und weil alsdann leicht von der äusseren eventuell durch Darminhalt verunreinigten Fläche der Harnblase oder von den Blutgefässen der Schleimhaut aus eine Beimengung einzelner Kommabacillen stattfinden konnte.

Sodann aber spricht gegen die Folgerung einer Ausscheidung der Bacillen durch die Nieren auf's entschiedenste die Inconstanz der Befunde und die geringe Menge der im Harn gefundenen Bacillen; und zwar trifft dieser letztere Einwurf in demselben Maasse auch die oben citirten Versuche von Philippowicz. Wenn wirklich eine Secretion der im Blute kreisenden Bacterien durch die Nieren stattfände, so müssten wir letztere jedenfalls regelmässig — wenigstens bei Benutzung derselben Versuchsthiere und derselben Bacterien — beobachten; und die Menge der im Harn angesammelten Bacterien müsste stets eine solche sein, dass ein Uebersehen derselben gar nicht möglich wäre. Eine Secretion muss, ähnlich wie es mit den gelösten Stoffen, dem Harnstoff, dem Kochsalz geschieht, zu einer Anhäufung der Bacterien im Harn führen, so dass dort jedenfalls bedeutend reichlichere Mengen zu erwarten sind als im Blut. Wir werden uns gewiss nicht die Vorstellung machen dürfen,

als ob etwa die Secretion darin bestehen könnte, dass dann und wann einzelnen Bacterien der Durchtritt gelingt; sondern nur ein regelmässiger, und dann auch stets zu einer Anhäufung im Harn führender Durchtritt von Bacterien würde allein einer physiologischen Ausscheidung und einer mit Erfolg functionirenden Schutzeinrichtung des Körpers entsprechen.

Offenbar führen schon diese Ueberlegungen, zusammengehalten mit der Thatsache, dass von allen Beobachtern mit Ausnahme der Fälle, wo Hämorrhagieen oder Nierenheerde bestanden, nur sehr geringe Mengen von Bacterien im Harn gesehen wurden, zu der Ueberzeugung, dass eine Ausscheidung von Bacterien durch die Nieren zweifelhaft und sogar unwahrscheinlich ist. Bei der Wichtigkeit dieser Frage habe ich es indessen für nöthig gehalten, durch eine grössere Anzahl von Experimenten eine möglichst sichere und einwurfsfreie Antwort auf dieselbe zu finden.

Ausführung der Versuche. Die Experimente wurden grösstentheils mit den im Vorstehenden geschilderten über das Verhalten der injicirten Bacterien im Blute combinirt. Den Thieren, welche eine Aufschwemmung rein cultivirter Bacterien in eine Vene injicirt erhalten hatten, wurden mehrere Proben Harn während des Lebens, theils sehr bald nach der Injection, theils später entnommen; oder es wurden bei der Section aus der Blase Proben beschafft. Der Nachweis der Bacterien geschah stets durch Cultur, da es sich bald herausstellte, dass bei der mikroskopischen Untersuchung eine geringe Zahl von Bacterien der Beobachtung völlig entgehen kann, während andererseits kleine Krystalle, Detritus u. dgl. leicht zu Täuschungen Anlass geben.

Sollten während des Lebens Harnproben genommen werden, so wurden die Kaninchen oder Hunde im Zimmer gehalten und nur am Verkriechen gehindert; sie lassen dann innerhalb einiger Stunden niemals spontan Harn; in vielen Fällen wurde in dieser Weise die ganze innerhalb 12 bis 24 Stunden nach der Injection producirte Harnmenge in mehreren Proben aufgesammelt.

Die Entnahme geschah mit Hülfe eines weichen elastischen Katheters, der sich bei männlichen Kaninchen leicht, bei weiblichen viel schwieriger einführen lässt. Vor der Einführung wurden die Genitalien mit sterilisirter Kochsalzlösung abgewaschen; der Katheter wurde mittelst Sublimatlösung 1 : 1000 und nachfolgendes reichliches Durchspritzen mit Wasser und Kochsalzlösung desinficirt und mit sterilisirtem Oel eingerieben. — Die Probenahme nach dem Tode geschah bei männlichen Thieren durch Auspressen des Harns aus der Blase durch die Urethra; bei weiblichen Thieren wurde der obere Theil der Blasenwand durch einen Gehülfen mit zwei Pinzetten emporgezogen und fixirt, und zwischen diesen wurde dann die Wandung mit einem stark erhitzten Messer durchgebrannt; durch die

so hergestellte Oeffnung liess sich eine sterilisirte Pipette einführen und mit Harn vollsaugen, ohne dass erhebliche Gefahr für eine Beimengung von Blut der Blasenwandung zum Harn bestand.

Die Menge des zur einzelnen Cultur verwandten Harns wechselte zwischen 2 bis 3 Tropfen und 3 bis 5 ccm; für die grösseren Mengen wurde 10procentige Gelatine benutzt. Die mit Harn gemischte Gelatine wurde stets auf Platten gegossen und diese wurden wie die mit Blutproben hergestellten Platten behandelt. — Durch besondere, mehrfach wiederholte Controllversuche ward festgestellt, dass selbst die grösseren Harnzusätze nicht etwa einen hemmenden Einfluss auf das Wachsthum der empfindlicheren, pathogenen Pilze haben; fügte ich nämlich der Harngelatinemischung nachträglich bekannte Pilze in bekannter Menge zu, so wuchsen diese in voller Zahl auf der Platte zu völlig normalen Colonieen aus. Auch wurde constatirt, dass die Reaction der benutzten Gelatine durch den Zusatz von gleichen Mengen Kaninchenharn gar nicht, durch 10 bis 20 Procent Hundeharn wenig geändert wird und immerhin noch deutlich alkalisch bleibt.

1. Versuche mit Schimmelpilzsporen.

Versuchs-Nummer.	Schimmelpilzart.	Versuchsthier.	Injectionsmenge.	Zahl der Colonieen aus Harn.
28	Aspergillus fumigatus.	Kaninchen.	1 ccm Sporenaufschwemmung.	Nach 55 Min. = 0 „ 8¾ St. = 0 „ 21½ u. St. 47 = 0 „ dem Tode (50 St.) = 1
29	„ „	„	„ „	„ 25 Min., 5¾ St., 24 St. = 0
30	„ „	„	„ „	„ 49 St. getödtet = 0
31	„ „	„	„ „	„ 30 „ „ = 0
32	Penicillium glaucum.	„	„ „	„ 5¼ St. = 0 „ 24 St. getödtet = 3
33	„ „	„	2 ccm Sporenaufschwemmung.	„ 40 Min. = 0
33a	„ „	„	nach 6 Tagen zum zweiten Male 2 ccm.	„ 5¼ St. = 0 „ 22 St. getödtet = 0
129	„ „	„	2 ccm sehr conc. Sporenaufschw.	„ 1½ „ = 0 „ 8 „ = 0

Da das negative Ergebniss der ersten Versuche in schroffem Gegensatz zu den Angaben von Grawitz stand, welcher injicirte Schimmelpilzsporen im Harn der Versuchsthiere durch mikroskopische Untersuchung deutlich nachgewiesen haben will, wurden die späteren Experimente mit ganz besonderer Sorgfalt und zum Theil mit sehr grossen Mengen von Sporen angestellt, jedoch ohne einen anderen Ausfall der Resultate zu erzielen.

Die Culturen wurden auf Platten von sauerer Gelatine resp. von sauerem Agar gemacht; durch Controllversuche wurde festgestellt, dass dem Nährgemisch nachträglich zugesetzte Sporen in voller Menge auskeimten; ebenso wuchsen die Sporen aus den gleichzeitig verwandten Blutproben unter genau gleichen Bedingungen zu deutlichsten Colonieen aus. Bei den Versuchen mit Penicillium habe ich wegen der Gefahr, dass von dessen im Versuchszimmer sehr verbreiteten Sporen zufällig einige auf die Platten gelangten, besondere Cautelen angewendet; Erschütterungen und Luftströmungen wurden während der Bereitung der Platten nach Möglichkeit vermieden, und es wurden zur Aufbewahrung der Platten sehr gut schliessende sterilisirte Schalen benutzt, die bis zur definitiven Zählung geschlossen blieben.

Unter den während des Lebens entnommenen Proben ist keine einzige sporenhaltige gewesen. Nur von den nach dem Tode bei der Section gewonnenen Proben hat die eine drei, eine andere eine Colonie der injicirten Art ergeben. Offenbar ist es eben schwierig und gelingt nicht in allen Fällen sicher, bei der Entnahme des Harns nach dem Tode aus der Blase die geringfügigste Beimengung sporenhaltigen Blutes völlig zu vermeiden. Die minimale Menge der im Harn gefundenen Sporen, während gleichzeitig z. B. im Versuch 32 jede Oese des Bluts noch neun Colonieen, jede Probe aus den inneren Organen unzählige Colonieen ergab, zeigt aber mit aller Bestimmtheit, dass diese Sporen nicht etwa durch einen während des Lebens functionirenden Secretionsvorgang in den Harn und mit diesem in die Culturen gelangt sind. — Bemerkt sei noch, dass im Versuch 129 auf einer Platte fünf graugrüne Schimmelpilzcolonieen auftraten, die einer anderen Penicilliumart angehörten und nachweislich dem die untere Schale bedeckenden, nicht genügend sterilisirten Filtrirpapier entstammten.

Wenn somit auf Grund der mitgetheilten Versuche eine Abscheidung von Pilzsporen durch die Nieren entschieden nicht angenommen werden kann, so fragt es sich, in welcher Weise dann die abweichenden Resultate von Grawitz zu erklären sind. Grawitz stellte seine Versuche zu einer Zeit an, wo die empfindlichere Methode des Nachweises von Pilzen durch Reinculturen noch nicht bekannt und anwendbar war; er war lediglich auf die mikroskopische Untersuchung angewiesen und diese gewährt nun allerdings, wie ich mich überzeugt habe, breiten Raum für irrthümliche Deutungen.

Namentlich im Kaninchenharn kommen normaler Weise häufig Gebilde vor, die mit Schimmelpilzsporen sehr leicht verwechselt werden können; in einigen Fällen liessen sich dieselben als kuglige oder scheibenartige Krystalle von oxalsaurem oder kohlensaurem Kalk diagnosticiren; zuweilen schienen sie anderer, vielleicht organischer Natur zu sein. Ich

habe nicht die Musse finden können, um die Beschaffenheit und Abstammung dieser Gebilde weiter aufzuklären, glaube aber sicher annehmen zu dürfen, dass Grawitz durch derartige Elemente getäuscht wurde, die mit Hülfe von Culturversuchen leicht als nicht zu den Schimmelpilzsporen gehörig erkannt werden können.

2. Versuche mit Bacterien, die keine Localerkrankung der Nieren bewirken.

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Injectionsmenge.	Zahl der aus den Harnproben erhaltenen Colonieen.
51	Bac. subtilis	Kaninchen	1 ccm Aufschw.	Nach 24 St. getödtet = 0
124	„ „	„	1 ccm Sporenaufschw.	„ $^1/_2$, 3, $6^1/_2$ St. = 0
125	Micr. aquatilis	„	1 ccm conc. Aufschw.	„ $3^1/_2$ und 7 St. = 0
111	Bac. indicus ruber	„	„ „	„ 1 St. 50 Min. = 0
127	„ „	„	„ „	„ $1^1/_4$ St. = 0
131	„ „	„	0,3 ccm „	„ $2^1/_4$ „ = 0
87	Bac. oxytocus perniciosus	„	$1^1/_2$ „ „	„ 30 Min. u. 3 St. = 0
5	Bac. crass. sputig.	Hund	15 „ „	„ 5 u. $5^1/_2$ St. = 0
6	„ „	Kaninchen	1 „ „	„ 12 St. = 0
7	„ „	„	„ „	„ 14 „ = 0
8	„ „	Meerschw.	„ „	„ 12 „ = 0
14	Bac. Pneumoniae	Hund	$7^1/_2$ ccm „	„ $1^1/_4$ u. $3^1/_4$ St. = 0
116	Bac. cuniculicida	Kaninchen	1 ccm „	„ $1^1/_2$ St. = 0
11	Bac. typhi abdom.	Hund	$7^1/_2$ „ „	„ $2^1/_4$ u. 24 St. = 0
12	„ „	Kaninchen	1 „ „	„ 24 St. = 0
13	„ „	„	„ „	„ 18 „ = 0
2	Micr. tetragenus	Hund	$13^3/_4$ „ „	„ $1^1/_2$ „ = 0
3	„ „	„	$12^1/_2$ „ „	„ $1^1/_2$ „ = 0
4	„ „	„	„ „	„ 2 „ = 0
48	„ „	Kaninchen	2 Tage je 1 ccm dicke Aufschw.	„ 1 „ = 0
49	„ „	„	1 ccm „ „	„ 24 „ = 0
77	Spir. tyrogenum	„	1 ccm „ „	„ $2^1/_2$ „ = 0
57	Spir. Finkler	„	$^3/_4$ ccm „ „	„ 23 „ = 0
75	„ „	„	1 ccm „ „	„ 3 „ = 0
54	Spir. Chol. asiat.	„	1 ccm „ „	„ $3^1/_4$ „ = 0
55	„ „	„	$^1/_2$ ccm „ „	„ $1^1/_2$ „ = 0
157	„ „	„	1 ccm „ „	„ 24 „ = 0

Die völlig eindeutigen Resultate dieser nach der Bacterienart, nach den verwendeten Versuchsthieren, nach der Injectionsmenge und nach der Zeit der Probenahme vielfach variirten Versuche lassen keinen Zweifel mehr darüber aufkommen, dass eine Ausscheidung von Bacterien aus dem Blut durch die Nieren in der That normaler Weise nicht statt hat.

Man könnte höchstens noch den Einwand erheben, dass vielleicht die abgeschiedenen Bacterien im Harn bald zu Grunde gehen oder wenigstens nicht mehr entwicklungsfähig bleiben. Dass aber auch das nicht der Fall ist, geht mit Sicherheit aus den folgenden Versuchen hervor, bei denen allerdings lebensfähige Bacterien im Harn auftreten und zum Theil sich massenhaft anhäufen, aber nur in Folge einer pathologischen Veränderung des Nierengewebes.

3. Versuche mit Bacterien, welche Läsionen des Nierengewebes bewirken.

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Injectionsmenge.	Zahl der aus den Harnproben erhaltenen Colonieen.
25	Bacill. anthracis	Kaninchen	1^{ccm} dünne Aufschw.	Nach $3^1/_4$ St. = 0 „ 24 St. getödtet = 0
26	„ „	„	„ conc. „	„ $4^1/_2$ St. = 0 „ 24 „ = 0 „ 46 „ gestorben = unzählig. (In den Nieren Blutextravasate).
35	„ „	„	„ „	„ 68 St. gestorben = unzählig.
36	„ „	„	2^{ccm} dünne „	„ $2^1/_2$, $5^1/_4$, $23^3/_4$ St. = 0 „ $30^3/_4$, $48^1/_2$, $71^1/_2$ St. = 0 „ 84 St. gestorb. = 0
44	„ „	„	1^{ccm} Aufschwemm.	„ 47 St. gestorb. = 6
121	„ „	„	$3^1/_2{}^{ccm}$ dünne Aufschwemmung	„ $1^1/_2$, 4, 6 St. = 0 „ 8 St. getödtet = 0
142	„ „	„	1^{ccm} Aufschwemm.	„ 54 St. gest. = 25
133	„ „	Hund	20^{ccm} „	„ 20 „ gest. = 500
20	Streptococcus pyog.	Kaninchen	1^{ccm} „	„ 48 „ getödtet = 0
21	„ „	„	„ „	„ 72 „ getödtet = 0
22	„ „	„	„ „ (Endocarditis)	„ 22 „ = 0
23	„ „	„	„ „	„ 50 „ gestorben = sehr zahlreich. (In den Nieren Infarkte)
122	„ „	„	1^{ccm} dicke Aufschw.	Nach 7 St. getödtet = 0
17	Staphylococcus aureus	„	1^{ccm} dünne „	„ $1^1/_2$ St. = 0 „ 48 „ = unzähl.
18	„ „	„	„ „ „	„ 3 „ = 0 „ $6^3/_4$ „ = 700 „ 18 „ (gestorb.) = unzähl.
19	„ „	„	„ „ „ (Endocarditis)	„ dem Tode unzähl.

(3. Versuchsreihe. Fortsetzung.)

Versuchs Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Injectionsmenge.	Zahl der aus den Harnproben erhaltenen Colonieen.
123	Staphylococcus aureus	Kaninchen	1ccm conc. Aufschw. von Agarcultur	Nach $1^1/_2$ St. = 0 „ 3 „ = 0 „ 5 „ = 0 „ 7 „ = 19 „ 9 „ = 178 „ 25 „ (getödtet) = unzähl.

Die einzig zulässige Deutung der in diesen Versuchen erhaltenen Resultate liegt auf der Hand. Eine grössere Quantität der injicirten Bacterien findet sich nur dann im Harn der Versuchsthiere, wenn makroskopisch wahrnehmbare Blutextravasate oder Heerde in den Nieren vorhanden sind. — Am seltensten sind solche Veränderungen beim Streptococcus. Nur in dem Versuch 23 (gleichzeitig benutzt in meiner Arbeit „Beiträge zur Lehre von Endocarditis, Virchow's Archiv Bd. 103), wurden bei der Section makroskopisch wahrnehmbare Infarkte in den Nieren gefunden, und nur in diesem Versuch treten Streptokokken im Harn auf, während in allen übrigen Fällen bis zum natürlichen oder künstlichen Tode des Thieres kein einziges Exemplar der in das Blut injicirten und dort sowohl wie in den Organen nachweisbaren Streptokokken im Harn erscheint. — Häufiger werden grosse Mengen von Bacillen im Harn constatirt bei den Versuchen mit Anthrax. Auch hier kommen Fälle vor (wie Versuch Nr. 36), wo bis zum Tode des Thieres innerhalb dreier Tage gar kein Uebertritt der reichlich im Körper vorhandenen Milzbrandbacillen erfolgt, wo also Veränderungen des Nierengewebes fehlen. In anderen Versuchen sind offenbar geringe und makroskopisch nicht wahrnehmbare Läsionen des Nierengewebes erst kurz vor dem Tode entstanden, und die Zahl der in den Harn übergetretenen Bacillen ist dem entsprechend klein ausgefallen (Versuch Nr. 44, 142, 133). In einigen Fällen waren aber ausgedehntere Blutextravasate in den Nieren schon makroskopisch bemerkbar, und hier war dann die Zahl der im Harn erscheinenden Bacillen eine enorm grosse.

Während so die Milzbranderkrankung bei den benutzten Versuchsthieren offenbar nicht nothwendig mit schwereren Läsionen des Nierengewebes complicirt ist, und während demnach das Auftreten der Milzbrandbacillen im Harn grossen Schwankungen unterliegt, findet man nach Injection von Staphylokokken bei Kaninchen regelmässig die schon von Krause und Passet beschriebenen Nierenheerde. Dieselben bilden sich bereits in einem relativ frühen Stadium nach der Injection und damit harmonirend beginnt der Uebertritt der Staphylokokken in den Harn in

deutlicher Weise schon während des Lebens und erreicht bis zum Tode stets ausserordentlich hohe Zahlen.

Für die Frage, ob durch die normale Niere Bacterien ausgeschieden werden, ist dann aber noch das weitere aus obigen Versuchen sich ergebende Resultat besonders wichtig, dass auch diejenigen Pilze, welche zuweilen oder immer zur Heerdbildung in den Nieren und damit schliesslich zum Uebertritt der Bacterien in den Harn Anlass geben, in den ersten Stunden nach der Injection, ehe solche Heerde gebildet sind, ausnahmslos im Harn fehlen.

Nach Milzbrandinjection werden die Bacillen gewöhnlich sogar während des ganzen Lebens bis kurz vor dem Tode im Harn vermisst; nach Injection reichlichster Mengen von Staphylokokken treten in den ersten sechs Stunden niemals auch nur die kleinsten Mengen derselben im Harn auf; nach Ablauf von etwa sieben Stunden zeigen sich die ersten Exemplare, deren Zahl von da ab rasch und stetig zunimmt. In der That sind die Staphylokokkenheerde in den Nieren der inficirten Kaninchen oft schon nach 24 Stunden so deutlich makroskopisch sichtbar, dass die erste Herstellung einer künstlichen Communication zwischen Blutgefässen und Harncanälchen gewiss in eine derartig frühe Periode — etwa sieben Stunden nach der Injection — verlegt werden muss.

Somit kommen wir zu dem Schluss, dass eine physiologische Abscheidung durch die Nieren weder bei Pilzsporen noch bei irgend welchen Bacterien stattfindet, sondern dass das Auftreten pathogener Bacterien im Harn an locale Erkrankungen des uropoetischen Apparates gebunden ist. Demnach kann auch das im ersten Theil dieser Arbeit geschilderte Verschwinden injicirter Bacterien aus dem Blutstrom nicht durch eine Ausscheidung in den Harn erklärt werden, sondern der Verbleib der verschwundenen Bacterien muss an anderen Stellen des Körpers gesucht werden. Zunächst könnten andere Secrete des Körpers in dieser Beziehung in Frage kommen.

III. Gehen im Blute kreisende Bacterien in andere Secrete (Darmsaft, Milch) über?

Nach Analogie der bei den Versuchen über die Nierensecretion erhaltenen Resultate ist von vornherein wohl zu erwarten, dass in die übrigen Secrete des Körpers ebensowenig Bacterien übertreten werden, da die Filtrationsverhältnisse hier fast durchgehends für eine Passage von körperlichen Elementen ungünstiger liegen als bei den Nieren. Auch in den früher erwähnten zahlreich ausgeführten Experimenten mit nicht organisirten feinsten Körnchen (Farbstoff u. dgl.), deren Verhalten nach

dem Vorstehenden mit dem der Bacterien durchaus harmonirt, ist keine Ansammlung jener Elemente in irgend welchem Secret beobachtet.

Ausnahmsweise und vereinzelt sind dieselben wohl in der Galle, im Darmschleim u. s. w. aufgetreten (Hoffmann, Langerhans,[1] Popoff[2]); aber von einer regelmässigen und reichlichen, zur Erklärung jenes Verschwindens der Bacterien aus dem Blut verwerthbaren Abscheidung auf solchem Wege kann nach den bisherigen Beobachtungen entschieden nicht die Rede sein.

Ich würde daher den übrigen Secreten anlässlich der vorliegenden Untersuchung kaum besondere Aufmerksamkeit zugewandt haben, wenn nicht in jüngster Zeit von Emmerich und Buchner[3] gerade betont worden wäre, dass eine Abscheidung grosser Mengen von in's Blut injicirten Bacterien in das Darmlumen erfolgen könne; pathogene Pilze sollen sogar „bei jeder Art der Einverleibung in den Organismus des Versuchsthieres, Injection in die Venen, in die Lungen, in die Bauchhöhle oder unter die Haut, durch die Darmwand hindurch in das Darmlumen einzudringen und dort schwere Veränderungen hervorzurufen vermögen."[3] Emmerich und Buchner stützen sich dabei grössten Theils auf Versuche mit dem Bacillus Neapolitanus; nach Injection von Reinculturen dieser Bacterien fanden sie gewöhnlich beträchtliche Mengen derselben, zuweilen fast in Reincultur, im Darminhalt.

In zehn über diese Versuche mitgetheilten Sectionsberichten ist gleichzeitig erwähnt, dass der Darminhalt blutig oder die Darmschleimhaut mit einzelnen Ecchymosen und Hämorrhagieen besetzt, oder dass das Epithel abgestossen war; in einem Falle (S. 325) scheinen bedeutendere Veränderungen der Schleimhaut gefehlt zu haben. — Ferner hat Buchner (ibid., S. 400) einen auf diese Frage bezüglichen Versuch mit dem Spirillum Cholerae asiaticae angestellt. Einem kleinen Meerschweinchen wurden 5 ^{ccm} einer Reincultur der Kommabacillen subcutan injicirt; das Thier starb nach 16 Stunden; aus dem Sectionsbefund sei hervorgehoben, dass sich auf der Magenschleimhaut einige punktförmige Härmorrhagieen fanden, und dass der Dünndarm in seinem mittleren Theil eine röthlich braune Färbung zeigte. In diesem mittleren Theil, namentlich aber im unteren Drittel des Dünndarms konnten sehr grosse Mengen Kommabacillen durch Plattencultur nachgewiesen werden.

Ich habe eine Reihe von Untersuchungen des Darminhalts im Anschluss an die vorerwähnten Versuche angestellt, freilich nicht in jedem einzelnen Fall, weil die widersprechenden Arbeiten von Buchner und Emmerich erst später erschienen sind und weil die Eindeutigkeit meiner

---

[1] A. a. O.

[2] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1872. Nr. 43.

[3] Emmerich, *Archiv für Hygiene.* Bd. III. S. 357.

ersten diesbezüglichen Experimente eine eingehendere Beweisführung überflüssig erscheinen liess; nach dem Bekanntwerden der Emmerich'schen Ergebnisse habe ich dann noch einige speciell auf das Verhalten der Kommabacillen gerichtete Versuche angefügt. Die Proben des Darminhalts wurden aus dem Dünndarm und zwar von zwei oder mehr verschiedenen Stellen entnommen; die Darmwand wurde zu dem Zweck mit erhitzter Scheere durchschnitten und darauf wurden einige Oesen des Inhalts der Gelatine zugemischt und auf Platten ausgegossen.

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Injectionsmenge.	Zahl der aus Proben des Darminhalts erhaltenen Colonieen der injicirten Art.
51	Bac. subtilis	Kaninchen	1 ccm Aufschw. intravenös.	Nach 24 St. getödtet = 0
39	Bac. acidi lactici	„	2 ccm Aufschw.	„ 7 „ getödtet = 0
116	Bac. cuniculicida	„	1 ccm „	„ $1^1/_2$ „ gestorb. = 0
64	Bac. typhi abdom.	„	2 ccm „	„ 26 „ = 0
49	Micr. tetragenus	„	1 ccm „	„ 24 „ getödtet = 0
128	Staphyloc. aureus	„	1 ccm „	„ 25 „ getödtet = 0
65	Streptoc. pyog.	„	2 ccm „	„ $25^1/_2$ St. = 0
43	Bac. anthracis	„	1 ccm „	„ 24 St. getödtet = 0
121	„ „	„	$3^1/_2$ ccm „	„ 8 „ getödtet = 0
133	„ „	Hund	20 ccm „	„ 20 „ gestorb. = 0
127	Bac. Indic. rub.	Kaninchen	1 ccm „	„ $1^1/_4$ „ diarrhoeische Entleerungen = 0 „ 20 „ gestorb. = 0
131	„ „ „	„	0·3 ccm „	„ $2^1/_4$ „ gestorb. = 0
68	Bac. Pneumoniae	„	1 ccm „	„ $4^1/_2$ „ gestorb. = 0
140	Bac. oxytokus pernic.	„	$1^1/_2$ ccm „	„ 12 „ gest. = unzählig (Blutungen in Serosa u. Schleimhaut.)
50	Bac. crass. sputig.	„	1 ccm „	Nach 11 St. gest. = unzählig (Blutungen in Serosa u. Schleimhaut).
115	„ „ „	„	1 ccm „	Nach $6^1/_2$ St. gest. = 0 (punktförmige Blutungen.)
75	Spirill. Finkler.	„	1 ccm „	Nach 3 St. getödtet = 0
54	Spir. Chol. asiat.	„	1 ccm „	„ $3^1/_4$ „ gestorb. = 0
55	„ „ „	„	$^1/_2$ ccm „	„ $1^1/_2$ „ getödtet = 0
157	„ „ „	„	1 ccm „	„ 24 „ „ = 0
158	„ „ „	„	1 ccm subcutan	„ 24 „ „ = 0
159	„ „ „	Meerschw.	6 ccm „	„ 26 „ „ = 0

Diese 22 Versuche ergeben als übereinstimmendes Resultat, dass kein Uebertritt der im Blute kreisenden Bacterien in das Darmlumen stattfindet ausser wenn Blutergüsse oder schwerere Gewebsschädigungen eingetreten sind. Selbst wenn letztere bestehen, lassen sich nicht immer die

im übrigen Körper vorhandenen Bacterien im Darminhalt auffinden; in den Versuchen mit Bac. Indicus ruber, Bac. Pneumoniae, sowie in Versuch Nr. 115 mit Bac. crass. sputig. waren kleine Ecchymosen auf der Darmschleimhaut vorhanden; aber hier waren entweder zur Zeit der Gefässruptur die Bacterien bereits aus dem Blut verschwunden und es kam deshalb zu keinem Austritt derselben in das Darmlumen, oder die mit dem Blut in den Darm entleerten Bacterien fanden dort keine für ihre Vermehrung günstigen Bedingungen.

Das Auftreten des Bac. Neapolitanus im Darminhalt muss in Uebereinstimmung mit diesen Versuchen ebenfalls dahin interpretirt werden, dass nur durch Gewebsläsionen das Eindringen der Bacillen in's Darmlumen möglich geworden ist; dieser Bacillus gehört offenbar mit dem Bac. crassus sputig., dem Bac. oxytokus pernic. u. a. m. zu jener Gruppe von Spaltpilzen, welche durch eigenthümliche toxische Stoffe eine heftige Gastroenteritis mit meist tiefgehenden Alterationen der Darmschleimhaut verursachen, sobald sie in grösserer Menge Versuchsthieren einverleibt werden. Da es ausschliesslich nur derartig wirkende Bacterien sind, welche in's Darmlumen übertreten, so ist die Annahme gewiss gerechtfertigt, dass der Uebertritt eben nur durch die lokalen Läsionen des Gewebes möglich wird, in ähnlicher Weise wie wir dies bei den Nieren kennen gelernt haben. — Bekanntlich kommt auch den Culturen der Choleraspirillen unter Umständen eine ähnliche toxische Wirkung zu; sie sind gleichfalls im Stande, Veränderungen in der Darmschleimhaut hervorzurufen, jedoch hängt der Grad der Wirkung hier sehr von der Injectionsmenge, vom Alter der Cultur und vielleicht auch von der Beschaffenheit des Nährsubstrats ab. In Buchner's Versuch ist der toxische Effect, wie der nach 16 Stunden erfolgte Tod des Thieres und der Sectionsbefund zeigen, in ausgeprägtem Maasse vorhanden gewesen; und man wird nicht fehl gehen, wenn man auch für den in diesem Versuch beobachteten Uebertritt der Spirillen eine künstliche Vorbereitung des Darms und einen Austritt von Blut supponirt, durch welchen dann die Abweichung von den in meinen Versuchen erhaltenen Resultaten erklärlich wird.

Milch konnte nur in zwei Fällen durch Ausdrücken der Drüse von trächtigen Kaninchen in einer zur Untersuchung genügenden Quantität erhalten werden; einmal im Versuch 119 nach Injection von Micr. tetragenus; ferner im Versuch 116 nach Injection von Bac. cuniculicida. In beiden Fällen blieben mehrere gleichzeitig angelegte Platten frei von Bacterien. — Aus diesen zwei Versuchen möchte ich jedoch keine weitergehenden Folgerungen ziehen, da die Secretionsverhältnisse gerade in der Milchdrüse wesentlich anders liegen als bei den übrigen genauer untersuchten Organen und die Möglichkeit eines Uebergangs von Bacterien

in die Milch aus Gründen der Analogie nicht so einfach von der Hand zu weisen ist. In einer vorläufigen Mittheilung hat Escherich[1] auf Grund einer grösseren Zahl von Versuchen an gesunden und kranken Wöchnerinnen sich dahin ausgesprochen, dass pathogene Bacterien vom circulirenden Blut in die Milchdrüse ausgeschieden werden können. Die in der Milch gefundenen Bacterien waren aber lediglich Staphylococcus albus und aureus, und es ist bereits oben hervorgehoben, dass bei der Neigung dieser Pilze, in den verschiedensten Organen Heerde zu bilden und das Gewebe partiell zu zerstören, aus ihrem Auftreten in einem Secret kein Schluss auf die Passirbarkeit der normalen Drüse statthaft ist. — Die Frage nach dem Uebergang der Bacterien in die Milch muss daher weiteren Untersuchungen überlassen bleiben; für die vorliegende Arbeit war sie irrelevant, da dieses nur ausnahmsweise gelieferte Secret zur Erklärung des in allen Fällen beobachteten gleichmässigen Verschwindens der Bacterien aus dem Blute doch nicht herangezogen werden konnte.

Des weiteren musste sich demnach die Aufmerksamkeit auf die Vorgänge im Blut selbst und zunächst auf das Verhalten der Blutkörperchen richten, mit Hülfe deren vielleicht ein Zugrundegehen der injicirten Bacterien bewirkt werden konnte.

IV. Gehen die injicirten Bacterien im Blute zu Grunde?

Eine Schädigung und ein allmählicher Untergang von Bacterien durch Einflüsse, die im strömenden Blut selbst gelegen sind, ist bereits von mehreren Autoren (so von Fodor) für möglich oder wahrscheinlich erklärt. Dafür sprechen bis zu einem gewissen Grade auch die Resultate der mehrfach citirten Versuche über Injection von Farbstoffkörnchen, bei welchen die letzteren nachweislich rasch von den farblosen Blutkörperchen aufgenommen werden. Eine besondere Stütze haben diese Anschauungen neuerdings durch die Untersuchungen von Metschnikoff[2] erfahren, welcher beobachtete, dass parasitische Pilze dadurch zu Grunde gehen, dass sie von Leukocyten aufgenommen, gefressen und in deren Zellsubstanz gleichsam verdaut werden. Einen solchen Untergang durch „Phagocyten" beobachtete Metschnikoff zunächst bei einem hefeartigen Parasiten der Daphnien; ferner bei Milzbrandbacillen, die er Fröschen unter die Rückenhaut gebracht hatte. Jedoch ist in den letztgenannten Versuchen der Beweis, dass die in die Zellen aufgenommenen Bacillen degeneriren und zu Grunde gehen, keineswegs mit voller Sicherheit erbracht; Metschnikoff zieht diesen Schluss aus der Beobachtung, dass

---

[1] *Fortschritte der Medicin.* Bd. III. S. 231.
[2] Virchow's *Archiv.* Bd. XCVI. S. 177. — Bd. XCVII. S. 502.

Stücke von Milzbrandmilz, die 3—5 Tage unter der Haut eines Frosches gelegen hatten und von Massen von Leucocyten umgeben waren, Kaninchen nicht mehr zu inficiren vermochten. Hier können aber offenbar allerlei andere Einflüsse eine Abtödtung oder Abschwächung der Milzbrandbacillen bedingt haben (so z. B. saprophytische Bacterien, die sich in dem Milzstück etablirten) und man muss jedenfalls zum vollgültigen Beweise eines specifischen Effects der Phagocyten Controlversuche darüber verlangen, dass solche Einflüsse fehlten.

Für unsere Frage bedeutungsvoller sind die von Metschnikoff an Warmblütern, an Kaninchen und Meerschweinchen angestellten Experimente. Bei diesen Thieren fand Metschnikoff sehr selten, und wesentlich nur in der Milz bacillenhaltige Phagocyten, wenn die Infection mit virulenten Milzbrandbacillen erfolgt war; dagegen fand er solche Zellen in grosser Menge, sobald er abgeschwächte Bacillen geimpft hatte. Metschnikoff suchte dann zu ermitteln, wie sich die Impfung mit virulentem Material verhalten würde, nachdem die Versuchsthiere durch Impfung mit abgeschwächtem Material immun gemacht waren. Die Thiere gingen jedoch sämmtlich an der Vaccine oder an dem virulenten Material zu Grunde, nur bei einem einzigen Kaninchen gelang die Schutzimpfung, und bei diesem fand Metschnikoff 16 und 22 Stunden nach der Inoculation mit virulentem Material sehr viele bacillenhaltige Leukocyten und keine freien Bacillen; drei Tage nach der Impfung starb dann auch dieses Thier „an einer Verletzung."

Metschnikoff hat bekanntlich aus diesen und den an Kaltblütern angestellten Versuchen die Hypothese abgeleitet, dass die Phagocyten die bedeutungsvollste Rolle im Kampf mit den in den Körper eingedrungenen Bacterien spielen, und dass die erworbene Immunität auf die allmähliche Gewöhnung der Phagocyten an die Aufnahme auch von solchen Substanzen und körperlichen Elementen hinauskomme, welche sonst von ihnen vermieden werden.

Die Versuche an Warmblütern erscheinen jedoch kaum ausreichend, um auch für diese jene Hypothese wahrscheinlich zu machen. Trotzdem schien es mir geboten, aus Anlass der Metschnikoff'schen Beobachtungen, das Blut und speciell die farblosen Blutkörperchen bei meinen Versuchsthieren einer sorgfältigen mikroskopischen Prüfung zu unterziehen. Ich habe daher in allen Fällen, wo reichlichere Injectionen in das Blut gemacht wurden, zu verschiedenen Zeiten nach der Injection Blutproben frisch und im getrockneten und gefärbten Zustand untersucht. Ich habe jedoch niemals eine Aufnahme der Bacterien in die weissen Blutkörperchen bemerkt.

Fast regelmässig und oft in sehr ausgesprochener Weise liess sich eine Zunahme der weissen Blutkörperchen bald nach der Bacterieninjection

beobachten. Zählungsversuche im Malassez'schen Apparat konnte ich bei der grossen Menge der zu untersuchenden Proben nicht in einer hinreichenden und für eine Vergleichung der Resultate verwerthbaren Zahl ausführen, so dass ich auf genauere Angaben über das Maass der Vermehrung verzichte. In einem Fall, wo wiederholt grosse Mengen des Micrococcus tetragenus injicirt waren, ergab die Zählung eine Steigerung auf das fünf- bis sechsfache der normalen Zahl innerhalb 3 bis 5 Stunden nach der letzten Injection.

Einen Einschluss der injicirten Bacterien in diese vermehrten weissen Blutkörperchen habe ich indess nie constatiren können. Dennoch möchte ich es immerhin für nicht unmöglich halten, dass zuweilen Bacterien von den farblosen Blutkörperchen aufgenommen werden. Dafür spricht ausser den Metschnikoff'schen Versuchen und ausser dem Verhalten der injicirten Farbstoffkörnchen noch die bekannte Erfahrung, dass beim Schweinerothlauf und bei der sogen. Mäusesepticämie die Leukocyten regelmässig mit Bacillen erfüllt gefunden werden, — freilich erscheinen hier eher die Bacillen als der aggressive, und die in allen Zerfallstadien vorkommenden Zellen als der angegriffene Theil. Vielleicht hat eine stärkere Aufnahme nur bei wenigen specifischen Bacterienarten statt; oder ist es auch möglich, dass die mit Bacterien beladenen Zellen nicht mehr lange im Blute kreisen, sondern bald irgendwo im Körper zur Ruhe gelangen und dadurch der Beobachtung entzogen werden. Um das massenhafte, plötzliche Verschwinden der injicirten Bacterien aus dem Blute zu erklären, müssen wir, wie aus dem Folgenden hervorgeht, jedenfalls annehmen, dass irgend eine Ablagerung ausserhalb des Blutes, in gewissen Organen des Körpers erfolgt; und bei dem Transport zu diesen Stätten mögen vielleicht die farblosen Blutkörperchen in manchen Fällen etwas mehr betheiligt sein, als dies in meinen Versuchen zu erweisen war.

V. Finden sich die aus dem Blute verschwundenen Bacterien in irgend welchen Organen des Körpers wieder?

Eine Ablagerung der injicirten Bacterien in verschiedenen Organen des Körpers ist schon deshalb nicht unwahrscheinlich, weil die Versuche über die Aufnahme der Bacterien in die Secrete gezeigt haben, dass die Bacterien sich bezüglich ihrer Schicksale im Thierkörper so völlig analog anderen nicht organisirten feinsten Partikelchen verhalten. Durch die Versuche von Ponfick[1], Hoffmann und Langerhans[2] und von Rüti-

[1] Virchow's *Archiv*. 1869. Bd. XLVIII. S. 1.

[2] Ebenda. Bd. XLVIII. S. 303.

meyer[1] wissen wir aber, dass Farbstoffkörnchen, wie Anilinblau, Zinnober etc., wenn sie Versuchsthieren intravenös injicirt werden, in der That in gewissen Organen fixirt und abgelagert werden.

Kurz resumirt sind die Ergebnisse dieser für uns höchst interessanten Versuche etwa folgende: Die injicirten Farbstoffmassen verschwinden rasch wieder aus dem Blute; bei ihrer Fortschaffung sind die weissen Blutkörperchen in sichtbarer Weise stark betheiligt, weit deutlicher, als es in meinen Versuchen mit injicirten Bacterien der Fall war; die Zinnoberkörnchen werden stets in reichlicher Menge von den weissen Blutkörperchen aufgenommen, während daneben freilich stets noch eine gewisse Menge freier Körnchen circulirt. Nach etwa 24 Stunden sind dann aber gewöhnlich sowohl die Farbstoff führenden Zellen wie die freien Körnchen aus dem Blute verschwunden. — Von da ab finden sich dann die Zinnoberkörnchen reichlich in der Leber, in der Milz und im Knochenmark. In der Milz (bezw. im Mark) liegen sie ausserhalb der Gefässe in lymphoidem Gewebe, während die dichtgedrängten rundlichen Zellen der Malpighi'schen Körperchen und die Zellen des stützenden Bindegewebes frei bleiben. In der Leber sammeln wesentlich die Gefässe den Farbstoff auf; ein Theil der Körnchen tritt in perivasculäre Lymphgefässe, ein Theil gelangt in's Bindegewebe und bleibt dort zunächst liegen; vereinzelt gerathen die Körnchen auch in Leberzellen und Gallenwege und in die Galle. — Alle übrigen Organe enthalten erheblich geringere Mengen Farbstoff, Anfangs in den Gefässen, später auch in den fixen Zellen des Bindegewebes.

Wenn nun das Schicksal der in's Blut injicirten Bacterien dem der Farbstoffkörnchen sich auch in dieser Beziehung gleich verhält, so muss es möglich sein, sie zu einer Zeit, wo das Blut bereits ganz oder nahezu frei von Bacterien ist, in kleinen Stückchen der inneren Organe und namentlich der Leber, der Milz und des Knochenmarks in grosser Menge durch die Cultur nachzuweisen. In der That ergaben eine Reihe von nach diesem Plane angestellten Versuchen mit Kaninchen und Hunden durchaus das erwartete Resultat. — Bei den an den Folgen der Bacterieninjection gestorbenen oder durch Chloroform resp. Genickstich getödteten Thieren wurde gleich nach dem Tode die Haut des Bauches mit Sublimat und dann mit Alkohol und Wasser abgewaschen; darauf wurde mit sterilisirten Instrumenten die Bauchhöhle geöffnet, mit frisch geglühtem Messer ein Einschnitt in die hervorgezogene Leber gemacht und aus dem so frei gelegten Innern des Organs mit einem zweiten Messer oder mit einer Scheere eine stecknadelknopf- bis linsengrosse Menge Substanz herausge-

[1] *Archiv für experimentelle Pathologie.* 1881. Bd. XIV. S. 393.

nommen, zerdrückt und in ein Röhrchen mit verflüssigter Gelatine gebracht. Diese wurde nach längerem Mischen und Schütteln mit dem Organstückchen auf eine Platte ausgegossen. In ähnlicher Weise wurde mit den übrigen Organen verfahren. Regelmässig wurden einem Organ mehrere Proben entnommen, die selbstverständlich nie völlig gleich gross ausfielen; dementsprechend war auch die Zahl der auf zwei Platten vom gleichen Organ gewachsenen Colonieen oft nicht unerheblich verschieden. Jedoch sind diese unausbleiblichen Differenzen ohne Belang gegenüber den ausserordentlich bedeutenden Ausschlägen, die beim Vergleich verschiedener Organe bez. des Blutes und Harns beobachtet wurden. Im Folgenden sind die stärker abweichenden Controllzahlen gesondert notirt, während bei annähernd gleichem Ausfall das Mittel von zwei oder drei Versuchen genommen ist. Zum Vergleich wurden auch Blutproben in Untersuchung gezogen; dieselben wurden gewöhnlich dem rechten Herzen entnommen; andere Entnahmestellen sind in der Tabelle besonders bezeichnet.

Die sonstige Behandlung der Platten sowie die Zählung der Colonieen geschah wie in den vorbeschriebenen Versuchen.

Erste Gruppe. Schimmelpilze.

Versuchs-Nummer.	Schimmelpilzart.	Versuchsthier.	Zahl der aus den Organ- und Blutproben erhaltenen Colonieen.
30	Asperg. fumig.	Kaninchen.	Nach 49 Stunden getödtet. Milz = 24 Leber = 12 Leberblut = 1 Knochenmark = 0.
31	„ „	„	Nach 30 Stunden getödtet. Milz = 9 Leber = 9 Niere = 1.
32	Penic. glaucum	„	Nach 24 Stunden getödtet. Milz = unzählig Leber = unzählig Nieren = unzählig Blut = 9.
33	„ „	„	Nach 22 Stunden getödtet. Milz = 900 Leber = 800 Nieren = 360 Muskeln = 23 Herzblut = 7 Leberblut = 148.
129	„ „	„	Nach 7 Tagen getödtet. Milz = 20 Leber = 3 Knochenmark = 19 Niere = 2 Herzblut, Leberblut = 0.

Zweite Gruppe. Saprophyten.

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Zahl der erhaltenen Colonieen.
51	Bac. subtilis (sporenfrei)	Kaninchen.	Nach 24 Stunden getödtet. Milz, Leber = 0
52	„ „ (Sporen)	„	Nach 3 Tagen getödtet. Milz = unzählig Leber = unzählig Knochenmark = 560 Nieren = 38 Herzblut = 0.
53	„ „ „	„	Nach 14 Tagen getödtet. Milz = unzählig Knochenmark = unzählig Leber = 880 Nieren = 11 Portaldrüsen = 28 Leberblut = 40 Nierenblut = 9.
72	„ „ „	„	Nach 11 Tagen getödtet. Milz = unzählig Leber = 109 Nieren = 19 Blut = 0.
73	„ „ „	„	Nach 12 Tagen getödtet. Milz = 15040 Leber = 6580 Nieren = 2 Blut = 0.
81	„ „ „	„	Nach 62 Tagen getötdtet. Milz = 14 u. 21 Leber = 4 u. 8 Knochenmark = 2 u. 3 Portallymphdrüse = 2 Muskel, Niere, Herzblut = 0.
113	„ „ „	„	Nach 78 Tagen getödtet. Leber = 31 u. 34 Milz, Muskeln, Blut, Knochenmark = 0.
112	Microc. aquatilis	„	Nach $5^1/_2$ Stunden getödtet. Milz = 2400 Leber = 8460 u. 1850 Blut = 7.
38	Bac. acid. lact.	„	Nach 24 Stunden getödtet. Milz, Leber, Blut = 0.
39	„ „ „	„	Nach 7 Stunden getödtet. Milz = 20 Leber = 2 Knochenmark = 1 Nieren, Herzblut = 0.
57	Spir. Finkler & Prior	„	Nach 23 Stunden getödtet. Milz = 0 Leber = 1 Knochenmark, Nieren, Blut = 0.

(Zweite Gruppe. Fortsetzung.)

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Zahl der erhaltenen Colonieen.
75	Spir. Finkler & Prior.	Kaninchen.	Nach 3 Stunden getödtet. Milz = 9 u. 23 Knochenmark = 19 Leber = 1 Nieren, Herzblut = 0.
77	Spirillum tyrogenum	„	Nach $2^1/_2$ Stunden gestorben. Milz = 0 Leber = 1. Nieren, Blut = 0.
78	„ „	„	Nach 15 Min. getödtet. Milz = 300 Leber = 10 Nieren = 2 Blut = 0.

Dritte Gruppe. (Für den Menschen oder andere Thiere pathogene, für die Versuchsthiere nicht pathogene Bacterien).

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Zahl der erhaltenen Colonieen.
2	Micr. tetragenus	Hund.	Nach $1^1/_2$ Stunden getödtet. Milz = 448 Leber = 1950 Herzblut = 3.
3	„ „	„	Nach 2 Tagen getödtet. Milz, Leber = 0.
4	„ „	„	Nach 24 Stunden getödtet. Milz = 3 Leber, Blut = 0.
49	„ „	Kaninchen.	Nach 24 Stunden getödtet. Milz = 15 Leber = 11 Knochenmark, Nieren, Herzblut = 0.
119	„ „ (conc. Aufschw.)	„	Nach 24 Stunden getödtet. Milz = 110 Leber = 25 Leberblut = 15 Knochenmark = 105 Nieren = 660 Herzblut = 6.
114	„ „ „	„	Nach 50 Stunden getödtet. Milz = 8 Leber = 6 Leberblut = 14 Nieren = 11 Knochenmark = 2 Herzblut = 0.

(Dritte Gruppe. Fortsetzung.)

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Zahl der erhaltenen Colonieen.
34	Micr. tetragenus (4 Tage tägl. 2 ccm)	Kaninchen.	24 Stunden nach der letzten Injection getödtet. Milz = 37 Leber = 96 Portallymphdrüsen = 242 Nieren = 9 Arterielles Blut = 2 Venöses Blut = 9 Leberblut = 128.
12	Bac. typhi abdom.	„	Nach 24 Stunden getödtet. Milz, Leber = 0.
13	„ „ „	„	Nach 18 Stunden getödtet. Milz = 242 Leber = 12 Knochenmark = 200 Herzblut = 0.
54	Spir. Cholerae asiat.	„	Nach $3^1/_4$ Stunden gestorben. Milz = 11 Leber = 2 Blut = 0.
55	„ „ „	„	Nach $1^1/_2$ Stunden getödtet. Milz = 2 u. 9 Leber, Nieren, Blut = 0.
157	„ „ „	„	Nach 24 Stunden getödtet. Milz, Leber, Blut = 0.
21	Streptococc. pyog.	„	Nach 3 Tagen getödtet. Milz = 4 Leber = 10 Blut = 0.
122	„ „	„	Nach 7 Stunden getödtet. Milz = 15 Leber = 2 Knochenmark = 2 Niere = 1 Leberblut, Herzblut = 0.
128	„ „	„	Nach 50 Stunden getödtet. Milz, Leber, Blut = 0.

Vierte Gruppe. (Für die Versuchsthiere pathogene Bacterien.)

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Zahl der erhaltenen Colonieen.
17	Staphylococcus aur.	Kaninchen.	Nach 7 Tagen gestorben. Milz = 3 Leber = 14 Knochenmark = 3 Blut = 1
88	„ „	„	Nach $6^1/_4$ Stunden getödtet. Milz = 58 u. 69 Leber = 37 u. 59 Blut = 1 u. 4.

(Vierte Gruppe. Fortsetzung.)

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Zahl der erhaltenen Colonieen.
100	Staphylococcus aur.	Kaninchen.	Nach $5^1/_4$ Stunden getödtet. Milz = 314 Leber = 12 u. 20 Knochenmark = 10 Nieren = 420 Herzblut = 6
123	„ „	„	Nach 25 Stunden getödtet. Milz = 72 Leber = 108 Knochenmark = 120 Herzblut = 0 Nierenblut = 5380 (In den Nieren Eiterheerde.
126	„ „	„	Nach 30 Stunden getödtet. Milz = 92 Leber = 276. Venöses Blut = 2 Arter. Blut = 0
116	Bac. cuniculicida	„	Nach $1^1/_2$ Stund. gestorben. Milz = unzählig Leber = 544 Knochenmark = 1680 Nieren = 77 Blut = 97 u. 43
25	Bac. anthracis (dünne Aufschw.)	„	Nach 24 Stunden getödtet. Milz = 45 Leber = zahlr. (verflüssigt) Blut = 0.
41	Bac. anthracis (conc. Aufschw.)	„	Nach 23 Stunden getödtet. Milz = 8160 Leber = 660 Nieren = 1260 Herzblut = 360
42	Bac. anthracis (sehr conc. Aufschw. 2 ccm)	„	Nach 24 Stunden getödtet. Milz = 2280 u. 6400 Leberblut = 2024 Nierenblut = 3840 Venös. Blut = 17200
43	Bac. anthracis (sehr conc. Aufschw. 1 ccm)	„	Nach 24 Stunden getödtet. Milz = 472 u. 870 Leber = 282 Venös. Blut = 4320.

Fünfte Gruppe. (In grösserer Dosis toxisch wirkende Bacterien.)

Versuchs-Nummer.	Bacterienart.	Versuchsthier.	Zahl der erhaltenen Colonieen.
111	Bac. Indicus rub.	Kaninchen.	Nach 8 Stunden gestorben. Milz = unzählig Leber = unzählig Knochenmark = 350 Niere = 270 Blut = 58
127	" " "	"	Nach 20 Stunden gestorben. Milz, Leber = unzählig Arter. Blut = 11400.
131	" " "	"	Nach 2 1/4 Stunden gestorben. Milz = 150 Leber = 2584 Venös. Blut = 15 Arter. Blut = 1.
132	" " "	"	Nach 6 Tagen gestorben. Milz = 0 Leber = 14 Blut = 0.
14	Bac. Pneumoniae	Hund.	Nach 4 Stunden gestorben. Milz = 1200 Leber = 910 Herzblut = 5 u. 17.
5	Bac. crassus sputigenus.	"	Nach 5 1/2 Stund. gestorben. Milz, Leber, Blut = unzähl.
6	" " "	Kaninchen.	Nach 12 Stunden gestorben. Milz und Leber = zahlreich.
115	" " "	"	Nach 6 1/2 Stunden gestorben. Milz = unzähl. Knochenmark = unzähl. Nieren = 516 Leberblut = 5120 Herzblut = 4020.
37	Bac. oxytokus pernicios.	"	Nach 18 Stunden gestorben. Milz = unzählig Leber = unzählig Nieren = 18000 Blut = 560.
117	" " "	"	Nach 22 Stunden gestorben. Milz, Leber, Blut = unzähl.

In der That zeigen diese Versuche, dass die in's Blut injicirten Bacterien ähnlich wie nicht organisirte kleinste Partikelchen im Allgemeinen sehr rasch in gewissen Organen — namentlich Milz, Leber, Knochenmark — fixirt und dadurch dem Blutstrom entzogen werden. Die Vollständigkeit und Schnelligkeit, mit der diese Ablagerung vor sich geht, ist jedoch für die einzelnen Bacterienarten verschieden, und ebenso wechselt die Vorliebe für das eine oder das andere Organ je nach der Bacterienart.

Was zunächst die Schimmelpilzsporen anlangt, so gaben die mit Penicillium angestellten Versuche das am meisten charakteristische Bild der einige Zeit nach der Injection hergestellten Vertheilung. In erster Linie ist die Milz, dann die Leber und das Knochenmark mit Sporen beladen; aber auch im Nierengewebe finden sich reichliche Mengen, in den Muskeln spärlicher, im Blut verschwindend wenig. Bei den Versuchen mit Aspergillus ergab sich im Ganzen die gleiche Vertheilung, doch war die Zahl der Sporen überall eine weit geringere; es hatte dies nachweislich seinen Grund darin, dass weitaus die meisten der abgelagerten Sporen zur Zeit der Section bereits ausgekeimt waren und dadurch die Fähigkeit verloren hatten, in den Culturen zu Colonieen heranzuwachsen. Es sind deshalb die Versuche mit Aspergillus nicht so geeignet, ein ungetrübtes Bild über die Vertheilung der injicirten Sporen zu geben.

Von den Bacterien sind die Saprophyten und die für die Versuchsthiere nicht pathogenen Micr. tetragenus, Bac. typhos., Spirill. Cholerae, Streptococcus am vollständigsten und schnellsten in den Organen zur Ablagerung gekommen. Das Blut ist zur Zeit der Section ganz oder nahezu frei von Bacterien, dagegen finden sich in Milz, Leber und Knochenmark ausserordentlich grosse Mengen. Die Sporen des Bac. subtilis zeigen das gleiche Verhalten. Wie bei den Versuchen mit Schimmelpilzsporen ist auch hier die Milz gewöhnlich am reichlichsten versehen, in einzelnen Fällen wird sie von der Leber übertroffen; doch möchte ich auf diese Ausnahmen einstweilen nicht viel Gewicht legen, weil bei der Unsicherheit der Probenahme hier und da auch wohl ein gröberer quantitativer Irrthum untergelaufen sein kann. Einmal wuchsen Tetragenus-Colonieen am reichlichsten aus der Niere (Vers. Nr. 119); es ist wahrscheinlich, dass hier eine Anhäufung der Mikrokokken an der Stelle der Probenahme stattgefunden hatte; Schnittpräparate haben mir gezeigt, dass Micr. tetragenus bei sehr massenhafter Injection in der That zuweilen zu obturirenden Ansammlungen in den Gefässen führen kann.

Bei den Gruppen der pathogenen Bacterien finden wir die Ablagerung in bestimmten Organen bei weitem nicht so scharf ausgeprägt. Am deutlichsten ist sie noch bei Staphyloc. und Bac. cuniculicida, obwohl

bei ersterem die starke Betheiligung der Nieren als leicht verständliche Abweichung auftritt. Fast ganz verwischt wird aber die sonstige gesetzmässige Vertheilung bei den Milzbrandbacillen. Nach Injection kleinerer Mengen pflegt sich, namentlich im Anfang, wohl noch die bei den Saprophyten hervortretende Vertheilung einzustellen; bei grösseren Gaben aber ist dieselbe kaum mehr zu bemerken, vielmehr pflegt hier das Blut nach 24 Stunden schon wieder reicher an Bacillen zu sein, als die sonst bevorzugten Organe des Körpers. Offenbar ist die Aufnahme der Milzbrandbacillen seitens der Milz und Leber bei weitem keine so gierige und prompte wie bei den Saprophyten, und ausserdem scheint im Laufe der nächsten Zeit die Zahl der in den Organen befindlichen Bacillen eher ab und die Zahl der im Blute kreisenden stetig zuzunehmen. — Etwas weniger abweichend gestaltet sich die Vertheilung bei der letzten Gruppe von Bacterien, die nicht sowohl durch ihre massenhafte Vermehrung im Körper als vielmehr durch die in einer grösseren Menge der Cultur enthaltenen toxischen Stoffe wirken. Hier tritt die Fixirung in Leber und Milz deutlich hervor; aber es kommt gewöhnlich nicht zu einer vollständigen Befreiung des Blutes, das bei grossen Dosen immer noch Massen von Bacterien beherbergt. Auch hier functionirt also die Einrichtung des Organismus, welche das Blut von nicht pathogenen Bacterien so prompt zu befreien vermag, offenbar nicht richtig und ausreichend, und ist namentlich einer etwas grösseren Zahl derartiger Bacterien durchaus nicht gewachsen.

Die in den inneren Organen abgelagerten Bacterien gehen dann, wie die Versuche zeigen, ebendort grossentheils zu Grunde. Am schnellsten die Saprophyten; die Heubacillen sind 24 Stunden nach der Injection überall verschwunden, ebenso die Milchsäurebacillen, von denen nach 7 Stunden noch eine kleine Zahl in Milz und Leber in lebensfähigem Zustand erhalten ist. Sehr rasch gehen auch die Finkler'schen und die Käsespirillen an ihren Ablagerungsstätten zu Grunde. Etwas längere Lebensdauer zeigt schon der Microc. tetragenus. Nach 24 Stunden sind stets noch einige entwicklungsfähige Individuen in Leber und Milz vorhanden, nach zwei Tagen dagegen nicht mehr. Eine längere Lebensfähigkeit, selbst über 50 Stunden hinaus, wurde nur dann constatirt, wenn sehr concentrirte Aufschwemmungen injicirt waren; und es ist das verständlich, wenn man erwägt, dass in diesen Fällen nicht eine rasche gleichzeitige, sondern unvollständige und protahirte Ablagerung der Bacterien stattfindet, und dass die aufnahmefähigen Zellen im Anfang gleichsam überbürdet werden. — Spirillen der Cholera asiat. zeigen eine erheblich kürzere, die Streptokokken bei grösseren Dosen eine längere, über drei Tage währende Lebensdauer.

Bei den für die Versuchsthiere pathogenen Bacterien kommt es anstatt zu einem Absterben an den Ablagerungsstellen vielmehr zu einer Vervielfältigung, die allmählich wieder zu einer reichlichen Beladung des Blutes führt. Es ist aus den bisherigen Versuchen nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob nicht doch in einzelnen Organen ein Untergang der im Anfang aufgenommenen Bacterien stattfindet, und ob etwa nur an einzelnen Stellen eine Erhaltung und demnächst Vermehrung der Bacterien vor sich geht; man könnte sich dann vorstellen, dass von diesen schwächsten Stellen des Körpers aus die allmähliche Ueberschwemmung mit neu entstandenen Bacterien erfolgte. Für die Bacterien der letzten Gruppe wird es durch die mit Bac. Indicus angestellten Versuche wahrscheinlich, dass es wirklich zu einem allmählichen Untergang der injicirten und in Leber und Milz abgelagerten Organismen kommt; wenigstens finden sich in dem sechs Tage nach der Injection getödteten Kaninchen ausserordentlich viel weniger Bacterien, als in den kürzere Zeit nach der Injection zu Grunde gegangenen Versuchsthieren. Meistens lässt sich allerdings bei dieser Gruppe keine Abnahme der abgelagerten Bacterien constatiren, weil die Versuchsthiere zu rasch sterben; und dann werden vermuthlich die toxischen Stoffe, welche den Tod der Thiere bewirken, gleichzeitig eine solche Schwächung der für die Aufnahme der Bacterien privilegirten Organe veranlassen, dass die Ablagerung unvollständig und an den Ablagerungsstellen keine Tödtung der Bacterien erzielt wird.

Von grossem Interesse ist die ausserordentlich lange Lebensdauer der Sporen in denjenigen Organen, in welchen sie abgelagert sind. Sehr lange haltbar erweisen sich schon Schimmelpilzsporen; Penicilliumsporen konnten noch nach Ablauf von sieben Tagen in reichlicher Menge und in lebensfähigem Zustande in Milz, Leber und Knochenmark dadurch nachgewiesen werden, dass aus den entnommenen Proben zahlreiche Colonieen von Penicillium in Reincultur hervorsprossten. Mit Sporen von Asp. fumigatus lassen sich derartige Versuche über die Lebensdauer nicht wohl anstellen, weil diese Sporen in den Organen allmählich zum Auskeimen gelangen. Für eine Wiederholung der Experimente würden sich übrigens die nicht im Thierkörper gedeihenden Sporen anderer Aspergillus- oder Mucorarten besser eignen, als die allerorten verbreiteten und ohne ganz besondere Vorsichtsmaassregeln leicht zu Täuschungen Anlass gebenden Penicilliumsporen.

Die längste Lebensdauer wurde bei den Sporen von Bacillus subtilis beobachtet. Dieselben fanden sich 12 und 14 Tage nach der Injection noch in ungeheuerer Menge; aber selbst nach 62 und nach 78 Tagen, also nach fast drei Monaten, wuchsen aus einer kleinen Probe von Milz

bez. Leber noch mehrere Colonieen, so dass die ganze Menge der im Versuchsthier in lebendem Zustand vorhandenen Subtilissporen eine sehr bedeutende gewesen sein muss. Es möge noch besonders betont werden, dass die Versuchsthiere trotz der fremden Gäste, die sie beherbergten, keinerlei Störungen zeigten, an Gewicht nicht abnahmen, kurz ganz den Eindruck völlig normaler Thiere machten.

Schliesslich war noch die Frage von Interesse, welchen histologischen Elementen in den Ablagerungsorganen speciell die Function der Aufnahme und eventuell der Abtödtung der Bacterien zukommt. Hierüber versuchte ich durch Untersuchung zahlreicher Schnitte aus den mit Bacterien beladenen Organen Kenntniss zu erhalten. Die Organe wurden in absolutem Alkohol gehärtet, mit dem Mikrotom zerlegt und die Schnitte dann gewöhnlich mit Methylenblau oder nach der Gram'schen Methode gefärbt, die weitaus die klarsten Bilder ergab.

Bezüglich der Schimmelpilzsporen fiel mir die eigenthümliche Differenz auf, die sich im Verhalten der auskeimenden Aspergillussporen zwischen Leber und Milz geltend macht, und die hier nebenbei mitgetheilt sei. In der Leber findet ein ziemlich üppiges Wachsthum statt, obwohl sich weniger makroskopisch sichtbare Knötchen ausbilden als in den Nieren. Statt dieser bemerkt man zahlreiche kleinere Knötchen, in welchen Wucherungen von Endothelzellen und grosse neugebildete und mit grossem Kern versehene Zellen vorkommen; die dazwischen liegenden Zellen des Leberparenchyms färben sich schwach mit Methylenblau und zeigen undeutliche Kerne. Die Pilzfäden bilden ein ausgebreitetes, kräftig entwickeltes Mycel; in grösseren Gefässen durchkreuzen die Fäden zuweilen das Lumen und sind an diesen Stellen in feinkörniges und von farblosen Blutkörperchen meist freies Fibringerinnsel eingebettet; nur in kleinen Capillaren sieht man nicht selten auch farblose Blutkörperchen in der Umgebung des Pilzfadens. — In der Milz ist dagegen das Wachsthum der Fäden viel kümmerlicher; dieselben breiten sich bei weitem nicht so stark aus und nehmen ausserdem die Färbung viel schlechter an, als die Pilzfäden der Leber.

Unter den Spaltpilzen wurden hauptsächlich der Micrococcus tetragenus und der Typhusbacillus zu einem näheren Studium ihres Verhaltens in den Organen benutzt. Die Mikrokokken der erstgenannten Art findet man 24 Stunden nach der Injection vorzugsweise in der Leber und hier gewöhnlich in den Capillaren, an die Capillarwand angelagert; in späterer Zeit finden sich ein Theil derselben auch in Endothelzellen eingelagert. In der Milz waren sie auf Schnitten nur nach wiederholten starken Injectionen in grösserer Menge nachweisbar; sie liegen dort in den grossen

Endothelzellen der Pulpa, nie in den Zellen der Malpighi'schen Körperchen. In den Nieren sind sie nur in Ausnahmefällen zu finden; sie liegen dann in den Zellen des interstitiellen Gewebes.

Die Typhusbacillen verhielten sich ähnlich; die Mehrzahl derselben fand sich im Innern der Capillaren, ein Theil in Endothelzellen, einige auch in Zellen des interstitiellen Bindegewebes.

Die Sporen von Bac. subtilis, die sich durch ihre ausserordentlich lange Lebensdauer in den Ablagerungsorganen auszeichneten, und von welchen man daher hoffen durfte, dass sie am besten Aufschluss über die von den Bacterien in diesen Organen eingeschlagenen Wege geben würden, sind leider in Schnitten sehr schwer sichtbar zu machen. Eine brauchbare Färbungsmethode liess sich nicht finden; in den wie gewöhnlich gefärbten Praeparaten waren die Sporen noch am besten durch ihren starken Lichtglanz zu sehen. In einzelnen Fällen war mit ziemlicher Bestimmtheit zu erkennen, dass die Sporen in Endothelzellen der Wand von Lebercapillaren eingelagert waren (Fig. 4).

Auch in solchen Organen, in welchen durch Cultur keine lebensfähigen Bacterien mehr nachgewiesen werden konnten, waren auf Schnitten oft noch deutlich Mikroorganismen sichtbar. Jedoch färbten sich diese abgestorbenen Bacterien dann nicht mehr so intensiv und nicht mehr in ihrer ganzen Substanz, so dass sie kleiner erschienen. Namentlich nach Injection von Micr. tetragenus war dies allmähliche Kleiner- und Blasserwerden sehr gut zu verfolgen, da die eigenthümliche Zusammenlagerung der Kokken immer noch ein charakteristisches Bild darbot. Auch die Typhusbacillen waren nach ihrem Absterben noch sichtbar, färbten sich aber ebenfalls nicht mehr in ihrer ganzen Substanz, sondern erschienen dünner und kürzer. Das Lageverhältniss zu den Organzellen blieb für diese abgestorbenen Bacterien das gleiche wie für die entwicklungsfähigen.

Demnach ist das Schicksal der in die Blutbahn injicirten Bacterien in fast allen Beziehungen dem der Farbstoffkörnchen ähnlich. Dieselben Organe fixiren beide und halten sie zurück; und in den Organen schlagen beide ungefähr die gleichen Wege ein, nur dass die späteren Einlagerungsstellen der Farbstoffkörnchen bei den Bacterien nicht zur Anschauung kommen, weil dieselben entweder bald unter dem Einfluss der Organzellen zu Grunde gehen oder aber den Widerstand der Zellen besiegen, sich vermehren und weiter verbreiten.

Wir haben somit durch die vorstehenden Versuche eine neue und wichtige Regulirvorrichtung im Körper des Warmblüters kennen gelernt, mit Hülfe deren es demselben möglich ist, in den Blutstrom eingedrungene Bacterien zu beseitigen und unschädlich zu machen. Zu diesem Zwecke bedient sich der Körper nicht etwa seiner Secretionsorgane und sucht nicht etwa durch die Nieren, durch den Darm etc. die Eindringlinge fortzuschaffen; sondern alle filtrirenden Membranen erweisen sich in normalem Zustand als undurchlässig für Bacterien, und erst nachdem Blutgefässe zerrissen und die normalen Scheidewände verletzt sind, kommt es zu einem Durchtritt der am Orte der Verletzung angehäuften Bacterien. — Vielmehr liegt die Schutzvorrichtung des Körpers in der Structur der Gefässwand und namentlich in den Endothelzellen der letzteren. In oder zwischen den Endothelzellen an der Wandung der Capillaren, und am reichlichsten in den Organen mit verlangsamter Blutströmung, haften die in's Blut gelangten Bacterien und werden festgehalten; und nun beginnt dort jener Kampf zwischen Zellen und Bacterien, auf welchen schon von vielen Seiten hingewiesen ist, über dessen Verlauf, Angriffs- und Schutzmittel wir aber noch nichts näheres wissen. Der Ausgang dieses Kampfes ist dann entweder der, dass die Bacterien erliegen und zu Grunde gehen, oder dass die Zellen durch schädliche Einflüsse der Bacterien zum Absterben gebracht werden und dann den Siegern das Substrat zur Vermehrung liefern. Diejenigen Bacterien, welche regelmässig in dem Kampfe Sieger bleiben, haben wir als die specifisch pathogenen Bacterien der betreffenden Thiergattung zu anzusehen.

Offenbar ist die Ausbildung dieser Schutzvorrichtung für die einzelnen Thiergattungen, Rassen und selbst für die verschiedenen Individuen einer Rasse sehr ungleich; und es muss weiteren Forschungen vorbehalten bleiben, worauf speciell diese Abweichungen zurückzuführen sind. — Ferner unterliegt die Leistungsfähigkeit der Vorrichtung bei demselben Individuum bedeutenden Schwankungen unter dem Einfluss gewisser äusserer Einwirkungen. Als ein Moment, das in hervorragender Weise herabsetzend wirkt, seien z. B. die toxischen Stoffe erwähnt, welche von zahlreichen Bacterien producirt werden und in genügender Dosis sowohl die Fixirung im Blute kreisender Bacterien, sowie die Schädigung und Tödtung derselben an den Ablagerungsstätten zu hemmen scheinen. — Diese und andere die Regulirvorrichtung beeinflussenden Momente, sowie namentlich auch die Aenderung der Leistungsfähigkeit jener Vorrichtung gegenüber pathogenen Bacterien, deren Virulenz abgeschwächt ist, habe ich in einer zweiten demnächst mitzutheilenden Versuchsreihe einem eingehenderen Studium unterzogen.

Obwohl erst diese fortgesetzten Studien uus dem Ziele einer Erkenntniss der individuellen Disposition und der Immunität merklich näher führen werden, möchte ich doch an dieser Stelle bereits auf einige Consequenzen hinweisen, die sich nebenbei aus den bis jetzt mitgetheilten Resultaten ergeben. Zunächst hat die Aufklärung über das Verhalten der Bacterien zu den Nieren und zum Harn insofern eine practische, vielleicht diagnostisch verwerthbare Bedeutung, als danach ein Auftreten von Bacterien im steril aufgefangenen Harn mit Bestimmtheit auf eine locale Erkrankung im uropoëtischen System zurückgeführt werden muss. — Ferner ist die eigenthümlich lange Lebensdauer mancher Sporen inmitten der sie beherbergenden Organe beachtenswerth; offenbar ist es nach diesen Beobachtungen sehr wohl möglich, dass gelegentlich auch pathogene Bacterien in einer Dauer- oder Ruheform lange im gesunden Körper conservirt werden, um dann bei irgend einem den Körper treffenden schädlichen Anlass eine Infectionskrankheit zu verursachen, für welche ein Zutritt von Infectionserregern von aussen her nicht erforderlich ist. Manche Fälle von Osteomyelitis mögen vielleicht in solcher Weise ihre Erklärung finden; doch sind weitere directe Versuche bis zu einer derartigen Erweiterung unserer Resultate nothwendig. — Ferner ist es nach den hier mitgetheilten Erfahrungen nicht ausgemacht, dass im Innern des normalen Körpers niemals lebensfähige Bacterien gefunden werden können. Die Conservirungsversuche von Meissner, Hauser u. A. haben uns zwar darüber belehrt, dass in der Regel keine Mikroorganismen in den Organen des normalen Thieres vorkommen; die obigen Experimente zeigen aber, dass eine Bacterienentwicklung aus steril entnommenen Organen nicht nothwendig auf Versuchsfehler bezogen werden muss, sondern in seltenen Fällen auch durch wirklich im normalen Körper vorhandene Bacterien-Ruheformen bewirkt sein kann, die durch irgend eine lange Zeit vorher erhaltene Wunde der Haut oder der Schleimhäute in's Blut eingedrungen waren.

Eine besondere Bedeutung hat die hier gegebene Aufklärung über das Schicksal der Bacterien im Körper endlich noch für das Studium der Wege, auf welchen Bacterien in den Körper einzudringen vermögen. Ueber die Frage, ob vom Darm aus, von der Haut, von den Lungen her Bacterien in den Blutstrom und in die inneren Organe des Körpers gelangen können, und ob verschiedene Bacterien in dieser Beziehung ein untereinander abweichendes Verhalten zeigen, war bisher keinerlei sicherer Entscheid möglich, weil man nicht wusste, wo die etwa eingedrungenen Bacterien zu suchen seien. Im Blute wurden sie nicht angetroffen, eine Ausscheidung durch den Harn war zweifelhaft; kurz die eingebrachten Bacterien waren an keiner Stelle des Körpers mit Sicherheit wieder auf-

findbar, und man konnte daher nicht feststellen, ob überhaupt zu irgend einer Zeit ein Uebergang in's Blut stattgefunden hatte. Eine besondere Versuchsreihe hat mir gezeigt, dass auch diese für das Zustandekommen und die Verbreitungsweise der Infectionskrankheiten wichtigen Fragen nunmehr durch die Kenntniss des weiteren Verbleibs der einmal in's Blut gelangten Bacterien einer Lösung leicht zugänglich geworden sind, und ich werde über einige Resultate der hierauf bezüglichen Experimente bereits im nächsten Heft dieser Zeitschrift berichten können.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Schnitt aus der Leber eines Kaninchens 24 Stunden nach Injection von Micr. tetragenus. Die Mikrokokken liegen theilweise in Endothelzellen, theils frei an der Wand der Capillaren.

Fig. 2. Schnitt aus der Milz eines Kaninchens 17 Stunden nach der viermal an aufeinander folgenden Tagen wiederholten Injection von Micr. tetragenus. Die Mikrokokken liegen grösstentheils in Endothelzellen der Pulpa.

Fig. 3. Schnitt aus der Leber eines Kaninchens 24 Stunden nach Injection von Bac. typhi abdom. Ein Bacillus ragt in eine Bindegewebszelle hinein.

Fig. 4. Schnitt aus der Leber eines Kaninchens 16 Tage nach Injection von Sporen von Bac. subtilis. Eine Spore liegt in einer Endothelzelle.

Fig. 5. Schnitt aus der Leber eines Kaninchens $2^1/_2$ Tage nach Injection von Aspergillus fumigatus-Sporen; Pilzfäden durchsetzen ein Gefäss und sind von Fibringerinnsel umgeben.

Fig. 6. Schnitt aus der Milz desselben Kaninchens. Kümmerlich entwickelte Mycelfäden. — Sämmtliche Praeparate sind bei 600facher Vergrösserung (Winckel $^1/_{14}$ Oel, Ocul. 2) gezeichnet.



Veit & Comp.



[Aus dem hygienischen Institut zu Göttingen.]

Ueber die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit zu hygienischen Zwecken.

Von

Dr. med. Th. Deneke
in Hamburg.

Bei der hygienischen Prüfung von Heizanlagen stellt sich gewöhnlich das Verhalten der Luftfeuchtigkeit als der wunde Punkt heraus, welcher Aenderungen und Verbesserungen erheischt. Die Beurtheilung des Wassergehalts der Luft in geheizten Räumen ist daher eine der häufigsten Aufgaben, welche der praktischen Hygiene gestellt werden und man sollte glauben, dass wir dementsprechend über sichere und bequeme Methoden verfügen, um die Messung der Luftfeuchtigkeit auszuführen und dass wir längst bestimmte Normen festgestellt haben, nach denen wir unser Urtheil formuliren können.

In Wirklichkeit ist dies aber nicht der Fall. Wir haben vielmehr bei der Bestimmung und Begutachtung der Luftfeuchtigkeit noch fortwährend mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen, und der Umstand, dass so viele Heizanlagen gerade in Bezug auf die Luftfeuchtigkeit Mängel zeigen, wird gewiss zu einem nicht geringen Theile durch die Schwierigkeiten bedingt, die sich einer Normirung und Prüfung dieses Faktors entgegenstellen.

Um ein rasches und sicheres Urtheil über die Luftfeuchtigkeit eines Raumes zu ermöglichen, sind offenbar folgende Bedingungen zu erfüllen: 1. Zur Messung des Wassergehalts muss uns ein handlicher und nicht leicht veränderlicher Apparat gegeben sein, der in kurzer Zeit ein möglichst genaues Resultat liefert. 2. Die Ergebnisse der Messung müssen in einer Maasseinheit ausgedrückt werden, welche die directe Vergleichbarkeit verschiedener Resultate gestattet und welche ausserdem den hygienischen Bedürfnissen dadurch Rechnung trägt, dass sie den eigentlich schädigenden oder bekömmlichen Einfluss der Luftfeuchtigkeit berücksichtigt. 3. Das normalerweise zu verlangende Maass von Luftfeuchtigkeit

bez. die Grenzen innerhalb deren dieses Maass ohne Beeinträchtigung der Wohlbefindens schwanken darf, müssen so exact wie möglich festgestellt sein.

In Folgendem habe ich darzulegen versucht, dass wir alle diese drei Forderungen bisher entschieden nicht als erfüllt ansehen konnten, dass es aber durch Aenderung unserer Messungsmethoden und durch Einführung einer anderen Maasseinheit leicht gelingt, bessere Unterlagen für die Beurtheilung der Luftfeuchtigkeit zu beschaffen.

I. Welche Methode zur Messung der Luftfeuchtigkeit ist in der hygienischen Praxis am besten brauchbar?

Die gebräuchlichen und von den Meteorologen als zuverlässig befundenen Methoden zur Messung der Luftfeuchtigkeit sind: 1. Die Wägungsmethode, 2. die Thaupunktsbestimmung mit dem Regnault'schen Hygrometer, 3. die Bestimmung der relativen Luftfeuchtigkeit durch Haarhygrometer, 4. die Messung mit dem August'schen Psychrometer. Die unzähligen neuerdings empfohlenen auf anderen Principien oder Constructionen beruhenden Hygrometer und Hygroskope, über deren allgemeine Brauchbarkeit von meteorologischer Seite noch kein definitives Urtheil abgegeben ist, wurden im Folgenden nicht berücksichtigt. — Eine Vergleichung jener vier gebräuchlichen Methoden ergiebt für jede derselben gewisse Vortheile und Nachtheile, welche eine Verwendung zu hygienischen Zwecken empfehlen oder widerrathen.

1. Am genauesten wird der in der Atmosphäre enthaltene Wasserdampf gemessen durch die Wägungsmethode, welche zuerst angegeben wurde von Brunner,[1] aber erst durch Regnault[2] ihre volle Bedeutung erhielt. Der dazu gehörige Apparat darf, namentlich seit Regnault mittelst dieser Methode seine grundlegenden Untersuchungen über die Spannung des Wasserdampfs in der Luft ausführte, als bekannt vorausgesetzt werden.

Die Verwerthbarkeit des Regnault'schen Verfahrens für die hygienische Praxis wird leider von vornherein fast unmöglich gemacht durch die Schwerfälligkeit des zugehörigen Apparates und durch die Schwierigkeiten der Benutzung. Der Aspirator, der zu zwei Versuchen 30 bis 40 l Wasser enthalten muss, sowie die grössere Zahl genau gewogener Absorptionsröhren sind für einen mehrfachen Transport ungeeignet. Die Aufstellung erfordert jedesmal grosse Sorgfalt, der Beob-

---

[1] C. Brunner, Ueber die Bestimmung des Wassergehaltes der Atmosphäre. Poggendorff's *Annalen*. 1830. Bd. XX. S. 274.

[2] M. V. Regnault, Etudes sur l'hygrométrie. *Annales de chimie et de physique*. 1845. III. Série. T. XV. p. 129.

achter muss während des längere Zeit dauernden Versuchs anwesend sein um wiederholte Thermometer-Ablesungen zu machen, er muss endlich bei den Wägungen und der Reduction derselben mit grosser Genauigkeit zu Werke gehen. Ueberdies giebt die Methode nicht den Gehalt der Luft an Wasserdampf für einen bestimmten Moment, sondern nur das Mittel für einen längeren Zeitabschnitt; sie befriedigt also keinesfalls den in der Praxis oft hervortretenden Wunsch nach einer Kenntniss momentaner Werthe und zeitlicher Schwankungen.

Für praktisch-hygienische Zwecke ist die Methode daher unbrauchbar; um so höher aber ist der Werth dieses bei exacter Ausführung absolut genauen Verfahrens anzuschlagen, wenn es sich um wissenschaftliche Untersuchungen oder um die Controle anderer, bequemerer Instrumente handelt. Hier ist die Regnault'sche Methode unentbehrlich, und ihre Resultate entscheiden über die Genauigkeit und Zulässigkeit aller übrigen Feuchtigkeitsmesser.

2. Das Regnault'sche Condensationshygrometer bietet ebenfalls ein Mittel zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit, das in Bezug auf Genauigkeit kaum etwas zu wünschen übrig lässt und dem vorigen Apparat sehr nahe kommt.

Aber es erfordert zur exacten Handhabung einer Reihe von Bedingungen, die in der hygienischen Praxis nicht leicht erfüllbar sind. Um den ersten zarten Thauniederschlag auf dem durch Aetherverdunstung abgekühlten Silbergefässe hinreichend genau erkennen zu können, muß letzteres ausgezeichnet beleuchtet sein. Da künstliche Lichtquellen, weil sie zu localer Wärme- und Wasserdampfentwicklung Anlass geben, in der Regel nicht verwendbar sind, ist eine correcte Aufstellung des Instruments in dunkler gelegenen Räumen, z. B. in Kellern, tiefen, nach dem Hof gelegenen Zimmern u. s. w., fast unmöglich. Selbst in Räumen mit heller Tagesbeleuchtung giebt das Instrument nicht an jeder Stelle brauchbare Resultate. Ist ein Theil des Raumes etwa von der Sonne bestrahlt oder ist das Zimmer geheizt und wird das Instrument in der Nähe dieser Wärmequellen aufgestellt, so erhält man Zahlen, die nicht als Durchschnittswerthe für den untersuchten Raum angesehen werden können.

Sind ferner stärkere Luftströmungen von etwas wechselnder Temperatur im Zimmer, wie dies bei Luftheizungsanlagen sehr häufig der Fall ist, so wird das Aethergefäß immerfort von verschieden temperirten und verschieden feuchten Luftströmungen umspült, deren jede natürlich ihren besonderen Thaupunkt hat. Die flüchtigen Beschläge, die dadurch auftreten und schnell wieder verschwinden, machen den Beobachter unsicher und lassen schwer einen bestimmten Mittelwerth finden.

Ausserdem dass somit die Aufstellung des Instruments leicht mit

Fehlerquellen behaftet wird, ist auch der ganze Apparat mit Stativ, Fernrohr, Aspirator etc. zu schwer transportabel, um für die hygienische Praxis empfehlenswerth zu sein.

Für bestimmte Zwecke kann die Methode trotzdem ausgezeichnete Dienste leisten. Um z. B. Untersuchungen über die Schwankungen der Feuchtigkeit desselben Raumes innerhalb kurzer Zeiten und unter wechselnden Bedingungen zu machen, steht uns kein empfindlicheres und zuverlässigeres Hygrometer zu Gebote. Auch als Controlinstrument ist es höchst werthvoll, weil es mit der Wägungsmethode die Genauigkeit theilt, leichter zu handhaben ist und diese insofern ergänzt, als seine Angaben für den Augenblick der Beobachtung gelten.

3. Unter den zahlreichen in den letzten Jahren construirten Haarhygrometern verdient das nach Koppe's Vorschrift von Hottinger und Comp. in Zürich angefertigte Instrument schon deshalb entschieden den Vorzug, weil es jederzeit eine einfache Justirung gestattet.

Koppe[1] legt ausserdem mit Recht einen ganz besonderen Werth auf die richtige Behandlung der zu den Instrumenten benutzten Haare und verlangt, dass sie vor der Verwendung zwanzig Mal abwechselnd in ganz trockne und ganz feuchte Luft gebracht werden u. s. w. In der That lauten die über das Hygrometer bekannt gewordenen Urtheile[2] sehr günstig, und man wird dasselbe jedenfalls als den besten und zuverlässigsten Repräsentanten unter den Haarhygrometern betrachten dürfen.

Die leichte Veränderlichkeit aller Haarhygrometer bedingt indessen auch bei dem Koppe'schen Instrument trotz der Möglichkeit einer wiederholten Regulirung eine gewisse Unsicherheit. Die Justirung erstreckt sich nämlich immer nur auf den 100-Procent Punkt; man kann sich aber leicht davon überzeugen, dass, wenn dieser auch richtig eingestellt ist, die übrigen Angaben des Instruments zuweilen noch unrichtig sind, dass in einem völlig trockenen Raum der Zeiger nicht auf 0 Procent steht oder dass sich für die zwischen 0 und 100 liegenden Werthe der relativen Feuchtigkeit Abweichungen gegenüber anderen genaueren Messungsmethoden ergeben.

Ferner kommen auch bei einem richtig justirten Instrument nicht selten Ablesungsfehler vor in Folge einer durch allerlei Zufälligkeiten bewirkten erschwerten Bewegung des Zeigers. Im Allgemeinen wird daher dem Haar-

---

[1] C. Koppe, Ueber Feuchtigkeitsbestimmungen u. s. w. *Oesterreichische Zeitschrift für Meteorologie.* 1878. S. 49.

[2] A. Beer, Ueber die Bestimmung der Feuchtigkeit der Wände und hygrometrische Bestimmungen zu hygienischen Zwecken. *Erlanger Dissertation.* 1878. — Galle, Die von Hottinger & Co. verfertigten Haarhygrometer. *Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen 1882.* Berlin 1883.

hygrometer von keiner Seite das Vertrauen entgegengebracht, wie es für ein gutes zu wissenschaftlichen Beobachtungen geeignetes Instrument erforderlich ist; auch Koppe selbst empfiehlt es hauptsächlich zum Gebrauch neben dem Psychrometer. Das Urtheil Fischer's[1], der es nur als Hygroskop gelten lassen will, mag etwas zu hart sein.

Auch den Anforderungen der hygienischen Praxis entspricht die Anwendung der Haarhygrometer entschieden nicht, weil die Nothwendigkeit einer häufigen Einstellung des 100-Procent Punktes und ausserdem einer Vergleichung mit anderen Instrumenten die Einfachheit der einzelnen Ablesung mindestens aufwiegt, und weil ferner wiederholte Bestimmungen an verschiedenen Stellen eines Zimmers und in verschiedenen Räumen bei der verhältnissmässigen Trägheit des Instruments ziemlich zeitraubend werden.

Es sei noch ausdrücklich betont, dass mit dem Gesagten die Anwendbarkeit der Haarhygrometer für die approximative Controle der Luftfeuchtigkeit, wie sie das grössere Publicum im Freien und im Zimmer auszuüben liebt, selbstverständlich durchaus nicht in Zweifel gezogen werden soll.

4. Auf das August'sche Psychrometer, dasjenige Instrument, dessen sich die meteorologischen Stationen ganz allgemein zu den fortlaufenden Beobachtungen der Luftfeuchtigkeit bedienen, ist an dieser Stelle etwas näher einzugehen.

Die oft betonten Schwierigkeiten liegen bei dem Psychrometer wesentlich darin, dass für verschiedene äussere Verhältnisse Correcturen der Formel stattfinden müssen, welche zur Berechnung der Luftfeuchtigkeit aus den zwei Thermometerablesungen dient. Für die in den Wohnräumen gegebenen Verhältnisse wird gewöhnlich die einfachste Regnault'sche Formel $f = f' - Ah(t - t')$ als hinreichend genau anerkannt. In derselben bezeichnet

t die Temperatur des trocknen Thermometers,
t' die Temperatur des feuchten Thermometers,
h den Barometerstand (auf 0° reducirt),
f' die höchste bei t' mögliche Dampfspannung,
f die gesuchte thatsächlich vorhandene Dampfspannung,
A eine Constante.

Die letztere Grösse hört auf constant zu sein, wenn der Barometerstand bedeutend unter 760^{mm} sinkt, z. B. auf Höhen (nach Pernter[2] steigt dieselbe dann erheblich). Ferner werden die Psychrometer-Ablesungen schwierig und ungenau, wenn das feuchte Thermometer sich dem Null-

---

[1] *Handbuch der Architektur.* III. Die Hochbau-Constructionen. Darmstadt 1881. Bd. IV. H. Fischer, Heizung und Lüftung der Räume. S. 71 [S. 76, Anm. 31 wird erwähnt, dass vier Hygrometer in demselben Zimmer bis 19 Procent differirten].

[2] Pernter, Psychrometerstudien. *Sitzungsberichte der K. K. Akademie der Wissenschaften.* Wien. April 1883. II. Abth.

punkte nähert. Ausserdem hat sich in sehr trocknen Klimaten, wie in Algerien und in einzelnen Gegenden Spaniens nach Angot[1] für A noch kein constanter Werth finden lassen.

Diese für den Meteorologen beachtenswerthen und Correcturen erheischenden Mängel kommen für Messungen in geschlossenen Räumen und in unseren Gegenden kaum in Betracht.

Dagegen ist eine andere Fehlerquelle bei der Messung in Wohnräumen um so bedeutungsvoller, nämlich die Abhängigkeit der Angaben des Psychrometers von der Luftbewegung. In ruhender Zimmerluft bildet sich um die feuchte Thermometerkugel eine Schicht mit Wasserdampf beladener Luft, die nur langsam ihren Dampfgehalt mit dem der Untersuchungsluft ausgleichen kann. Schon Regnault hat daher auf die Nothwendigkeit einer gewissen Luftbewegung für richtige Ablesungen mit aller Schärfe hingewiesen, und neuerdings hat man in der metereologischen Praxis begonnen vor jeder Beobachtung den geeigneten Grad von Luftbewegung künstlich zu erzeugen. Sworikin[2] empfahl eine Geschwindigkeit von mindestens 1 bis $1 \cdot 5^{m}$ in der Secunde und wies nach, dass das Psychrometer erst mit einer Ventilationsvorrichtung verbunden ein genaues Instrument wird, dessen mittlere Abweichung $0 \cdot 1^{mm}$ Dunstdruck nicht überschreitet.

Offenbar ist für die Benutzung im Zimmer die Anwendung eines Ventilationsapparats, der einen Luftstrom von bestimmter Geschwindigkeit liefert, noch unerlässlicher als für die Bestimmung im Freien, wo doch immer ein gewisser Grad von Luftbewegung vorhanden ist. Mit dieser Nothwendigkeit eines Ventilationsapparats verliert aber das Instrument völlig die einfache, compendiöse Form, die wir für die hygienische Praxis verlangen müssen.

Es liegt nun der Gedanke nahe, den Ventilationsapparat durch eine andere einfachere Einrichtung zu ersetzen; nämlich statt dass man wie beim Ventilationspsychrometer die Luft in Bewegung setzt und über die feuchte Thermometerkugel hinführt, kann man offenbar auch eine Luftbewegung an der Kugel erzeugen dadurch dass man diese selbst in der Luft bewegt. Wenn man die an einer Schnur befestigten Thermometer um eine horizontale Axe im Kreise schwingt, erhält man leicht eine gleichmässige Geschwindigkeit der Bewegung, und man wird dann mit Bestimmtheit constante Messungsresultate erwarten dürfen. Diese Ueberlegungen haben vor einigen Jahren zur Anwendung des Schleuder-Psychrometers geführt. Schon viel früher fanden die Vorzüge des Schleuder-

---

[1] Angot, Sur le psychométre. *Journal de Physique.* Mars 1881. T. X. p. 112.
[2] *Repertorium für Meteorologie.* Bd. VII. Nr. 8.

thermometers für eine rasche und exacte Bestimmung der Lufttemperatur vollste Anerkennung, und dasselbe wurde namentlich dann gern gebraucht, wenn die Lufttemperatur unabhängig von der strahlenden Wärme gefunden werden sollte. Aus dem Schleuderthermometer und aus der Erkenntniss der Nothwendigkeit einer Luftbewegung auch für das feuchte Thermometer entwickelte sich dann das Schleuderpsychrometer in so natürlicher und fast selbstverständlicher Weise, dass wir kaum berechtigt sind, von einer ersten Entdeckung und besonderen Construction desselben zu reden. Seit einer Reihe von Jahren wird es in der meteorologischen Litteratur hier und da empfohlen und von vielen Meteorologen ist es vermuthlich praktisch benutzt, ohne dass Jemand als der eigentliche Urheber dieser neuen Modification des Psychrometers bezeichnet werden könnte.

Macé de Lepinay[1] glaubte 1881 das Schleuderpsychrometer neu entdeckt zu haben. Ihm wurde jedoch von Angot[2] nachgewiesen, dass schon im Jahre 1855 Doyère das Schleuderpsychrometer beschrieben habe, dass es später mehrfach von Meteorologen benutzt sei und auch in der Litteratur, z. B. bei Walferdin, Erwähnung gefunden habe. Neuerdings hat Assmann[3] das Schleuderpsychrometer zur Benutzung auf meteorologischen Stationen für gewisse Verhältnisse, wo das feststehende Psychrometer ungenau wird, empfohlen. Wild[4] hat gegen Assmann's Empfehlung Einwürfe erhoben, die jedoch wesentlich nur die Verwendung des Instruments an meteorologischen Stationen, nicht aber zu hygienischen Zwecken berühren.

Es ist leicht erklärlich, dass im Grossen und Ganzen die Meteorologie kein besonderes Interesse an den Schleuderpsychrometern genommen hat. Auf den Stationen bietet die Aufstellung eines Ventilationsapparates entschieden gewisse Vortheile und die Ablesung des feststehenden Psychrometers beansprucht dann weniger Zeit und Sorgfalt seitens des Beobachters. Anders liegt die Sache bei gelegentlichen Feuchtigkeitsbestimmungen ausserhalb der Stationen und namentlich in Wohnräumen. Hier würde das Schleuderpsychrometer, wenn es wirklich rasch und genau Bestimmungen ermöglicht, vermöge seiner compendiösen Form und seiner Unveränderlichkeit allen anderen Apparaten überlegen sein und entschieden eine Lücke ausfüllen. Aber gerade für die Verhältnisse der hygienischen Praxis ist seine Brauchbarkeit und der Grad seiner Leistungsfähigkeit noch nicht näher geprüft. Ich habe es daher in einer besonderen Versuchsreihe

---

[1] *Journal de Physique.* Bd. X. p. 17.
[2] Ebenda. p. 112.
[3] *Zeitschrift für Meteorologie.* 1884. S. 154.
[4] Ebenda.

unternommen, das Schleuderpsychrometer mit den gebräuchlichen anderen Instrumenten zur Feuchtigkeitsbestimmung zu vergleichen, seine zweckmässigste Construction und Anwendung, sowie den richtigen Werth der Constante A speciell für die Untersuchung in Wohnräumen zu ermitteln.

Als Schleuderpsychrometer benutzte ich zwei in Fünftelgrad getheilte Thermometer, die ausgezeichnet unter einander übereinstimmten und ausserdem kürzlich mit einem Normalthermometer verglichen waren. Am oberen Ende eines jeden Thermometers, das in eine mit Oese versehene Messingkapsel gefasst war, wurden geflochtene Schnüre von solcher Länge befestigt, dass die Entfernung von der Handhabe bis zum Gefäss der Thermometer 1^{m} betrug. Die Kugel des einen Thermometers wurde mit einer doppelten Lage Mousselin umwickelt und vor dem Gebrauche in destillirtes Wasser getaucht. Die so aufgenommene Wassermenge genügt nachweislich für mehrere Bestimmungen. Zuerst wurde das trockene, dann das feuchte Thermometer im Kreise geschwungen und zwar mit solcher Geschwindigkeit, dass in jeder Sekunde eine Umdrehung vollendet war. 100 Kreisschwingungen reichten unter allen Umständen aus, um jedes der Thermometer auf einen festen Stand kommen zu lassen, den es durch weitere Schwingungen nicht änderte; meistens genügte eine geringere Versuchsdauer, doch ist es besser, für alle Fälle die Zahl von 100 Schwingungen als Norm beizubehalten.

Die Ablesungen müssen unter nicht zu starker Annäherung der Thermometer an den Körper vorgenommen werden; kurzsichtige Beobachter müssen geeignete Brillen benutzen. Die Theilung der Scala muss aus demselben Grunde möglichst deutlich sein; ich habe es deshalb besser gefunden, nur in $^{1}/_{5}$ Grad getheilte Thermometer zu benutzen und die Scala nur von -5^{0} bis $+45^{0}$ reichen zu lassen; andernfalls werden entweder die Thermometer zu lang oder die Theilung zu fein. Für darunter und darüber liegende Extreme muss man eventuell besondere Thermometerpaare bereit halten. Da der Radius des Schwingungskreises 1^{m} misst und in der Secunde eine Schwingung gemacht wird, so beträgt die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Thermometergefäss bewegt etwa 6·3^{m} pro Secunde; dies entspricht etwa der mittleren Windgeschwindigkeit im Freien. — Zu jeder Bestimmung muss ein Beobachter 4 bis 5 Minuten verwenden. Gleichzeitiges Schwingen der Thermometer durch zwei Beobachter oder Verbindung beider Thermometer durch ein Gestell, welches an einer Schnur geschwungen wird, erhöht die Genauigkeit nachweislich nicht in merklichem Grade; vielmehr ergiebt das zuerst geschwungene Thermometer, wenn es nach dem zweiten nochmals bewegt und abgelesen wird, stets dieselben Werthe wie vorher.[1]

---

[1] Nach obigen Principien construirte Schleuderpsychrometer sind vom Universitäts-Mechanikus Apel in Göttingen zum Preise von 9 bez. 10 Mark zu beziehen.

Ein so hergestelltes Instrument wurde verglichen:

1. Mit der Wägungsmethode. Zu jedem Versuch wurden vier U-förmig gebogene Röhren benutzt; die ersten zwei waren mit Chlorcalciumstücken, die folgenden mit Schwefelsäure-Bimsstein gefüllt. Regelmässig hatte das dritte Röhrchen, das mit Schwefelsäure-Bimsstein gefüllt war, etwas mehr an Gewicht zugenommen, als das zweite mit Chlorcalcium gefüllte. Das Gewicht des letzten Schwefelsäureröhrchens änderte das Gewicht nie mehr als höchstens um 1 ^{mgr}. Jeder Versuch dauerte 50 Minuten bis eine Stunde, einmal nur $^1/_2$ Stunde. Das Quantum des auslaufenden Wassers bez. der durch die Apparate strömenden Luft betrug gewöhnlich über 18 ^{l}, so dass die gesammte Gewichtszunahme der U-Röhrchen mindestens 1 ^{dgr} ausmachte.

2. Mit dem Regnault'schen Thaupunkthygrometer.

3. Mit einem Koppe'schen Haarhygrometer, aus Zürich bezogen. Dasselbe hatte sich bei wiederholten Vergleichungen mit anderen Haarhygrometern diesen weit überlegen gezeigt; ausserdem wurde es vor jedem einzelnen Versuch justirt.

4. Mit dem feststehenden Psychrometer.

Die ersten Versuche wurden in einem grossen geschlossenen Zimmer vorgenommen, in welchem die Instrumente an verschiedenen Stellen, jedoch in gleicher Höhe über dem Boden, vertheilt waren. Eine Reihe von Bestimmungen wurde bei mittlerer Sommertemperatur ausgeführt, während das Zimmer weder der Sonnenstrahlung ausgesetzt noch im Innern erwärmt war. Sodann wurden in dem gleichen Zimmer trotz einer Aussentemperatur von etwa 14° zwei Heizversuche unternommen, um warme und namentlich trocknere Luft zu erhalten. Der erste derselben misslang, weil die Luft sowohl wie die Gegenstände und Wände während der Messung noch ganz ungleich erwärmt waren. Bei dem zweiten betrug die Lufttemperatur 32°, Gegenstände und Wände waren hinreichend angewärmt und der Ofen während des Versuchs schon im Erkalten begriffen. Die Resultate desselben erschienen daher benutzbar. Leider war es bei der hohen absoluten Feuchtigkeit der Aussenluft unmöglich, in dieser Versuchsreihe einen so hohen Grad der Trockenheit zu erzielen wie er im Winter in geheizten Räumen vorzukommen pflegt. — Ferner wurden zwei Versuche im Keller angeschlossen, also in kühler und feuchter Luft. Endlich wurde in einem Zimmer durch zwei Koch'sche Dampföfen eine hohe Temperatur und hohe Feuchtigkeit hergestellt.

Bei den ersten Experimenten wurde durch Wägung und Regnault's Hygrometer controlirt, im geheizten Zimmer nur durch Regnault, im Keller der mangelhaften Beleuchtung wegen nur durch Wägung, im Dampfzimmer nur durch Regnault.

Anfangs wurde der Versuch gemacht, die Constanten der bisher gebräuchlichen Psychrometerformeln zur Berechnung der Angaben des Schleuderpsychrometers zu benutzen. Die absolute Feuchtigkeit wurde nach der oben angegebenen einfachen Formel oder mit Hülfe der abgekürzten Psychrometertafeln nach der Formel Regnault's

$$f = f' - At'(t - t') - B(t - t') - C(t - t')(B - 755)$$

herausgerechnet. Die gefundenen Werthe waren indess sämmtlich zu niedrig, die Constanten A bez. A, B und C, die jenen Formeln und Tafeln zu Grunde gelegt sind, für diese Form des Psychrometers offenbar nicht passend.

Es musste daher vor allem in der üblichen Weise eine neue Constante für das Schleuderthermometer von der Construction, wie wir dasselbe für unsere Versuche benutzten, ermittelt werden. In die Gleichung

$$f = f' - Ah(t - t') \text{ [s. S. 51.]}$$

wurden für den Dunstdruck f die durch Wägung oder das Thaupunkthygrometer gefundenen Werthe eingesetzt und danach A als Unbekannte berechnet:

$$A = \frac{f' - f}{h(t - t')}.$$

Soweit Regnault's Hygrometer zur Ermittelung des wahren Feuchtigkeitsgehaltes benutzt war, ergab sich für A folgender Mittelwerth aus 12 bei einer relativen Feuchtigkeit von 41 bis 85 Procent, Barometerständen von 742 bis 751 ^{mm}, Temperaturen von 16 bis 32° C. gemachten Bestimmungen:

$$A = 0 \cdot 000\,692.$$

Wo mittelst der Wägungsmethode der Dunstdruck gemessen war, fanden sich für A etwas höhere Werthe. Das Mittel von 5, bei einer relativen Feuchtigkeit von 63 bis 89 Procent, denselben Barometerständen wie oben, Temperaturen von 12° bis 16·7° ausgeführten Messungen war:

$$A = 0 \cdot 000\,730.$$

Das arithmetische Mittel sämmtlicher 17 für A gefundenen Werthe war somit

$$A = 0 \cdot 000\,703.$$

In einer zweiten Versuchsreihe im Winter 1884 bis 1885 wurden sodann noch 25 weitere Bestimmungen der Constante mit Hülfe eines äusserst empfindlichen, mit Normalthermometern versehenen Regnault'schen Hygrometers ausgeführt, welches dem physikalischen Institute gehörte und dessen Benutzung mir von Hrn. Professor Riecke gütigst gestattet war. Diese

Versuche stellte ich, mit bereitwilliger Unterstützung seitens der Assistenten des physikalischen Instituts, HH. Dr. Meyer und Dr. Krüger, im grossen Hörsaal des genannten Institutes an, der theils geheizt, theils ungeheizt war. Vor jedem Versuch wurden die Fensterladen bis auf eine schmale Spalte zur Beleuchtung des Hygrometers geschlossen. Eine genaue nochmalige Prüfung und Vergleichung der benutzten Thermometer war vorangegangen. Das Ergebniss war ein Werth für die Constante A, welcher mit dem in der früheren Versuchsreihe festgestellten sehr nahe übereinstimmte, und im Mittel

$$A = 0 \cdot 000\,707$$

betrug.

Dieser Werth ist dem von Macé de l'Epinay gefundenen

$$0 \cdot 000\,693$$

und dem Doyère's

$$0 \cdot 000\,687$$

sehr ähnlich; er steht in der Mitte zwischen diesen und der von Sworikin[1] für das im Princip identische Ventilationspsychrometer gefundenen Constanten

$$0 \cdot 000\,725.$$

Da Sworikin Windgeschwindigkeiten von $1 \cdot 5$ bis 2^{m} benutzte, ich dagegen solche von 6 bis 7^{m}, so ist es erklärlich, dass seine Zahl etwas höher ausgefallen ist.

Als Mittel aus sämmtlichen 42 Bestimmungen ergiebt sich der Werth der Constante des Schleuderpsychrometers

$$A = 0 \cdot 000\,706.$$

Diese Constante wurde nunmehr in die zur Berechnung der Resultate unseres Schleuderpsychrometers benutzte Formel eingesetzt und darauf dessen Angaben über die Luftfeuchtigkeit mit denen der anderen Instrumente in Vergleich gezogen.

Gegenüber den Ergebnissen der gleichzeitig ausgeführten Wägung oder Thaupunktbestimmung ergab das Schleuderpsychrometer eine maximale Abweichung von $0 \cdot 49^{mm}$, eine mittlere Abweichung von $0 \cdot 20^{mm}$.

Das feststehende Psychrometer dagegen zeigte eine maximale Abweichung von $2 \cdot 5^{mm}$ (in trockner Luft) und eine mittlere Abweichung von $1 \cdot 08^{mm}$; sein Fehler war also fünfmal so gross wie der des Schleuderpsychrometers. Die Abweichungen erfolgten zwar stets in derselben Richtung (der Dunstdruck wurde zu hoch angegeben); sie waren aber so un-

[1] *Repertorium für Meteorologie.* Bd. VII. Nr. 8. — *Oesterreichische Zeitschrift für Meteorologie.* 1881. S. 434.

regelmässig, dass das Einsetzen einer anderen Constanten den Fehler keineswegs beseitigt haben würde.

Das Koppe'sche Haarhygrometer kam in seinen Leistungen dem Schleuderpsychrometer sehr nahe. Die maximale Abweichung betrug 0·54^{mm}, die mittlere 0·26^{mm}. Für dies Instrument war aber die warme und feuchte Witterung, welche während der ersten Versuchsperiode herrschte, besonders günstig. Wie spätere Versuche zeigten, sind es namentlich die höheren, in beheizten Räumen nicht seltenen Grade von Lufttrockenheit, die stärkere Abweichungen des Instruments veranlassen.

Am besten stimmten alle Instrumente, das feststehende Psychrometer allein ausgenommen, in Räumen überein, in welchen möglichst gleichmässige Temperatur herrschte, und gleichmässige Vertheilung der Feuchtigkeit angenommen werden durfte. Als Beispiele seien die beiden folgenden Versuchsreihen angeführt, deren erste in einem mehrere Tage unbenutzt gebliebenen grossen Zimmer, deren andere in einem geräumigen Keller ausgeführt wurde.

I.

	Temperatur	Dunst-druck	Relative Feucht. %	Thau-punkt
Wägung	16·2	8·72	63·1	9·2
Regnault's Hygrometer . .	16·0	8·78	64·8	9·3
Koppe's Hygrometer . . .	16·2	8·64	63·0	9·1
Schleuderpsychrometer . . .				
Anfang der Wägung . . .	16·3	8·64	62·6	9·1
Ende der Wägung . . .	16·3	8·78	63·6	9·3
Feststehendes Psychrometer . .	16·1	9·55	70·1	10·6

II.

	Temperatur	Dunst-druck	Relative Feucht. %	Thau-punkt
Wägung	12·3	9·10	85·3	9·9
Regnault's Hygrometer . .	—	—	—	—
Koppe's Hygrometer . . .	12·4	9·60	89·5	10·7
Schleuderpsychrometer . . .	12·4	9·26	86·3	10·2
Feststehendes Psychrometer . .	12·4	9·45	88·0	10·5

Dagegen traten erheblich stärkerer Abweichungen unter den verschiedenen Methoden namentlich dann zu Tage, wenn eine ungleichmässige Verthei-

lung der Temperatur im Zimmer bestand, welche die Bildung von Schichten und Zonen von verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt zur Folge hatte. In beheizten und stark ventilirten Räumen, bei Luftheizungsanlagen u. dgl. kommt es offenbar nicht selten zu solchen localen Differenzen der Luftbeschaffenheit; auch dann aber ist das Schleuderpsychrometer den anderen Instrumenten bedeutend überlegen, weil mit demselben so leicht mehrere Bestimmungen an verschiedenen Stellen des Zimmers ausgeführt werden können, und weil ferner bei jeder einzelnen Bestimmung durch das Schwingen in einem Kreise von 2^{m} Durchmesser ein gewisses mittleres Maass der Luftbeschaffenheit der Umgebung erhalten wird.

Die Vorzüge des Schleuderpsychrometers für den Gebrauch in der hygienischen Praxis lassen sich danach folgendermaassen zusammenfassen:

1. Das Schleuderpsychrometer ist das handlichste, am leichtesten transportabele und weitaus billigste der für eine Bestimmung der Luftfeuchtigkeit verwendbaren Apparate. Die beiden mit Schnur versehenen Thermometer finden in einem compendiösen Futteral in jeder Tasche Platz; ausserdem bedarf der Beobachter nur noch eines kleinen etwa 10^{cc} fassendes Fläschchens mit destillirtem Wasser zur Befeuchtung des einen Thermometers.

2. Die Handhabung und Ablesung ist so einfach, dass sie auch von Laien sehr leicht erlernt werden kann; dabei dauert eine Messung nur vier bis fünf Minuten.

3. Die Resultate sind genauer als die aller übrigen zu raschen Messungen verwendbaren Instrumente. Das Schleuderpsychrometer ist daher auch zu wissenschaftlichen Untersuchungen in allen den Fällen anzuwenden, wo die Benutzung der Wägungsmethode oder die Bestimmung mit Regnault's Hygrometer aus äusseren Gründen auf Schwierigkeiten stösst.

4. Das Schleuderpsychrometer zeigt keinerlei Schwankungen und Veränderungen seiner Leistungsfähigkeit.

5. Seine Angaben in bewohnten Räumen entsprechen am besten der mittleren Zusammensetzung der den Menschen umgebenden Luftschicht.

6. Es ist durch die leichte Ausführbarkeit wiederholter Bestimmungen am besten geeignet, örtliche und zeitliche Differenzen in der Beschaffenheit der Luft aufzudecken.

7. Da man bei der Messung mit dem Schleuderpsychrometer gleichzeitig die richtige Lufttemperatur erhält; da aber diese bei allen anderen Methoden der Feuchtigkeitsbestimmung gleichzeitig bekannt sein muss und in correcter Weise meist nur durch das Schleuderthermometer ermittelt werden kann; so ist der Zeitverlust bei der einzelnen Bestimmung im Grunde nur zur Hälfte auf Rechnung der Feuchtigkeitsmessung zu setzen, und das

Schleuderpsychrometer ist um so mehr den anderen Instrumenten an Kürze der Beobachtungsdauer überlegen.

Der einzige Nachtheil, welcher gegenüber diesen Vorzügen dem Schleuderpsychrometer vorgeworfen werden könnte, besteht darin, dass es nicht wie das Haarhygrometer und die Condensationshygrometer eine directe Ablesung der relativen Feuchtigkeit bez. des Thaupunkts gestattet, sondern eine Berechnung des Resultats nöthig macht. Dieselbe ist allerdings nach der oben besprochenen Formel sehr einfach ausführbar; ausserdem aber wird zweifellos der darin liegenden Schwierigkeit bei einer weiteren Verbreitung der Methode durch besondere Psychrometertafeln abgeholfen werden, wie sie für das feststehende Psychrometer längst im Gebrauch sind. — Uebrigens findet ein völliges Vermeiden jeglicher Rechnung auch bei den Ablesungen der relativen Feuchtigkeit und des Thaupunkts nicht statt, da, wie im Folgenden gezeigt werden wird, diese Angaben für eine hygienische Beurtheilung nicht direct verwerthbar sind, sondern vielmehr ebenfalls einer Umrechnung auf eine andere Einheit bedürfen.

Das Schleuderpsychrometer füllt somit die Lücke, welche durch das Fehlen eines für hygienische Zwecke brauchbaren Instruments zur Messung der Luftfeuchtigkeit bestand, in völlig befriedigender Weise aus.

II. In welcher Maasseinheit sind die Angaben über Luftfeuchtigkeit zu machen, damit sie dem hygienischen Bedürfniss entsprechen?

Auf die Frage, welcher Grad von Luftfeuchtigkeit dem Körper zuträglich sei, sind bis in die neueste Zeit von verschiedenen Autoren ganz entgegengesetzte Antworten ertheilt. Fast jeder Reisende, der sich mit klimatologischen Beobachtungen befasste, hat eine besondere Ansicht darüber ausgesprochen, und die feuchte Seeluft hat eben so viele Lobredner gefunden wie das austrocknende Klima der nordafrikanischen Wüste. Ueber die normale Luftfeuchtigkeit unsrer Wohnungen ist die Meinungsverschiedenheit nicht minder gross. Während Krieger[1] die Trockenheit der Luft beheizter Zimmer anschuldigt, dass sie Disposition zu Katarrhen der Luftwege, zu Croup und Diphtherie erzeuge, hält Reinhard[2] dieselbe Trockenheit der Luft für ausserordentlich zuträglich und erklärt die üblichen Befeuchtungsanlagen bei Luftheizungen vielfach für überflüssig. Dieser Widerstreit der Meinungen findet seine Erklärung zum grossen

---

[1] C. Krieger, *Aetiologische Studien.* 2. Aufl. Strassburg 1880.

[2] H. Reinhard, *Archiv für Hygiene.* 1885. Bd. III. Hft. 2. S. 183.

Theile darin, dass Veränderungen der Luftfeuchtigkeit selten oder nie isolirt zur Beobachtung kommen, sondern stets gleichzeitig mit anderen klimatischen Einflüssen auf den Organismus einwirken; bei der Zerlegung dieser Summe und der Abschätzung der Bedeutung der einzelnen Elemente ist dann der Willkür grosser Spielraum gelassen. Vor allem aber war bisher eine richtige Anschauung über die Wirkungsweise verschiedener Grade von Feuchtigkeit deshalb unmöglich, weil als Maassstab für dieselbe allgemein die „relative Feuchtigkeit“ benutzt wurde, weil diese aber thatsächlich keinen richtigen Ausdruck liefert für die Beeinflussung unseres Körpers durch den Feuchtigkeitszustand der Luft. Sobald wir versuchen das etwaige schädigende Moment in der Luftfeuchtigkeit präciser zu bezeichnen, erkennen wir leicht, dass dasselbe durchaus nicht in der relativen Feuchtigkeit, ebensowenig in der absoluten Feuchtigkeit gegeben ist, sondern dass wir uns eines ganz anderen, bisher noch wenig gebrauchten Maassstabes bedienen müssen, um verschiedene Grade von Luftfeuchtigkeit in Bezug auf ihren hygienischen Effect zu vergleichen.

Ein das Wohlbefinden des Körpers betreffender Einfluss der Luftfeuchtigkeit wird nur dadurch zu Stande kommen können, dass je nach der herrschenden Luftfeuchtigkeit die Art und Weise der Wasserentziehung vom Körper durch Verdunstung sich ändert.

Vielleicht könnte die absolute Menge des vom ganzen Körper abgegebenen Wassers als das wesentliche Moment in Frage kommen, d. h. es könnte die Quantität des durch Haut und Lungen in Dampfform ausgeschiedenen Wassers bei zu feuchter Luft geringer, bei zu trockener Luft grösser ausfallen, als es für das körperliche Wohlbefinden geeignet ist. Diese Schwankungen der gesammten Wasserabgabe pflegen jedoch die Gesundheit nur sehr wenig zu alteriren; eine zu geringe Wasserdampfabgabe kann wohl in Gemeinschaft mit anderen die Entwärmung des Körpers hindernden Momenten Gefahren bedingen, und eine zu starke Wasserentziehung ist dann von schädlichen Folgen, wenn der Ersatz des abgedunsteten Wassers durch entsprechende Zufuhr in der Nahrung behindert ist. Aber unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen sind wir offenbar im Stande, den Körper, ohne krankhafte Störungen zu riskiren, mit sehr verschiedener Zufuhr und Abgabe von Wasser in's Gleichgewicht zu setzen, und die Ausrüstung des Organismus mit verschiedenen Wegen zur Wasserausscheidung gestattet eine sehr vollkommene Compensirung und Regulirung. Dasjenige Verhalten der Luftfeuchtigkeit, welches auf die gesammte Menge des vom Körper abdunstenden und den Körper passirenden Wassers von Einfluss ist, kann daher nicht wohl als das wesentliche hygienisch wichtige Moment angesprochen werden. — Auch der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf einen einzelnen der verfügbaren Wege, nämlich auf die Wasser-

abdunstung von der Lungenoberfläche, ist, soweit die gesammte Menge des dort abgegebenen Wassers in Betracht kommt, nicht eigentlich von hygienischer Bedeutung. Das in den Athmungswegen abdunstende Wasserquantum hängt bekanntlich ceter. par. wesentlich ab von der absoluten Feuchtigkeit der Einathmungsluft; je geringer dieselbe ist, um so mehr Wasserdampf wird innerhalb der Lunge zugefügt, da die Exspirationsluft unter allen Umständen mit Feuchtigkeit gesättigt und zugleich annähernd auf die gleiche Temperatur von 35° erwärmt wird. Die grössten Mengen Wasserdampf sind daher in kalter, wenn auch relativ feuchter Luft zuzufügen, die kleinsten in warmer feuchter Luft. Eine erhebliche Einwirkung auf das Wohlbefinden scheint aber weder das eine noch das andere Extrem zu haben, und unser Körper hat sogar meist keinerlei richtige Empfindung von den auf diesem Wege abgegebenen Wassermengen. Namentlich ist es häufig zu beobachten, dass vermehrte Wasserausscheidung durch die Lungen keineswegs ein Gefühl von Trockenheit im Eingang des Respirationsorgans bewirkt; die Ausscheidungsgrösse kann an einem kalten, nebligen Wintertage, dessen Luft durchaus einen feuchten Eindruck auf uns hervorruft, stärker sein, als an einem warmen Sommertage, welchen wir unserem Gefühl nach als austrocknend bezeichnen.

Vermag somit die Menge des vom ganzen Körper resp. von der Lunge verdunsteten Wassers für gewöhnlich keine Gesundheitsstörung und auch keine lästige Empfindung zu verursachen, so vermuthen wir entschieden mit mehr Grund ein gesundheitschädigendes Moment in der Intensität der Wasserabdunstung von einzelnen empfindlichen Stellen der Haut und der Schleimhäute des Körpers. Es ist denkbar, dass bei einer local sehr gesteigerten Energie der Wasserverdunstung der Ersatz des abgegebenen Wassers nach der Oberfläche hin nicht schnell genug erfolgt und dass daraus gewisse störende Aenderungen an diesen Körpertheilen resultiren. Solche exponirte Stellen sind die oberflächlich gelegenen und der steten Berührung mit der äusseren Luft ausgesetzten Schleimhäute und deren Uebergang in die äussere Haut, und vor allem der Eingang zu dem Respirationsorgan. Epidermis und Epithel schützen zwar im Allgemeinen auch hier vor einem zu leichten Austrocknen; aber trotzdem wird es vorkommen, dass eine plötzlich gesteigerte Verdunstung den oberflächlichsten Lagen mehr Wasser entzieht als aus den tieferen Schichten nachrücken kann, und dann muss ein Vertrocknen der Oberfläche sowie eine Einbusse der Elasticität die Folge sein; es wird ferner zu Continuitätstrennungen kommen, sobald durch Muskelbewegungen mehrfach Zerrungen und Dehnungen der Schleimhaut stattgefunden haben; und daneben muss die Austrocknung in bedeutendem Grade einen nervösen Reiz ausüben. Somit werden wir Schmerzhaftigkeit, Hyperämie, kleine Läsionen der Ober-

fläche u. s. w. an jenen exponirten Stellen als eventuelle Folgen einer zu plötzlichen Verdunstung erwarten dürfen.

In der That begegnen uns gerade diese Symptome in den Klagen, welche in der hygienischen Praxis so oft über die Wirkung zu trockener Luft laut werden. Am meisten sind die zarter bekleideten Eingangsstellen des Respirationsorgans, Zungenwurzel, weicher Gaumen, Rachen, Kehlkopf, der lästigen Austrocknung ausgesetzt; Gefühl von Rauhigkeit oder Kitzel im Halse, weiterhin Schmerzhaftigkeit, Heiserkeit sind daher die am gewöhnlichsten zu Tage tretenden Symptome einer Schädigung durch zu trockene Luft. Aber selbst schwerere Leiden als diese vorübergehenden oder mehr subjectiven Affectionen können wohl zweifellos im Gefolge jener primären Schädigungen durch zu trockene Luft entstehen. Bei häufigerer Wiederholung desselben schädlichen Moments werden eventuell hartnäckige chronische Reizungszustände der Schleimhaut und Katarrhe sich entwickeln; und besonders bedenklich sind die Läsionen der Schleimhaut dadurch, dass sie unter Umständen Invasionspforten für Infectionserreger und damit die Disposition zu weit gefährlicheren Erkrankungen liefern können.

Derartige Schädigungen werden jedoch wesentlich nur dann auftreten, wenn die starke Wasserentziehung plötzlich und in unvermitteltem Wechsel mit geringerer Wasserabgabe stattfindet. Einer gleichmässig anhaltenden stärkeren Wasserentziehung wird sich der Körper zweifellos allmählich anpassen können. Dadurch wird es verständlich, dass der dauernde Aufenthalt in einem trockenen Klima durchaus nicht immer die geschilderten schädlichen Folgen nach sich zieht, sondern sogar meist sehr gut ertragen wird. Dagegen zeigt uns die tägliche Erfahrung, dass ein steter Wechsel zwischen feuchter und sehr trockner Luft, wie derselbe in unseren Klimaten zur Winterszeit beim abwechselnden Aufenthalt im Freien und im geheizten Raum stattfindet, ausserordentlich häufig, namentlich im Anfang der Heizperiode, Störungen im Gefolge hat. Gerade in einem derartigen Wechsel sehen wir längst mit Recht die eigentliche Ursache jener so oft beobachteten Symptome der Austrocknung der Schleimhaut und ein disponirendes Moment für Katarrhe und Krankheiten der Athmungsorgane.

Was demnach die bedeutsamste Schädigung des Körpers bedingt, ist offenbar dasjenige Verhalten der Luftfeuchtigkeit, welches eine besonders intensive Wasserverdunstung seitens der oberflächlichen Schleimhäute bewirkt; und derjenige Maassstab für die Luftfeuchtigkeit wird den hygienischen Interessen am besten Rechnung tragen, welcher die austrocknende verdunstende Wirkung der Luft unmittelbar zur Anschauung bringt; ganz abgesehen davon, dass dieses selbe Moment auch für die in zweiter Linie interessirende gesammte Wasserabgabe vom Körper von entscheidender Bedeutung ist.

Gewiss kann nun die Intensität der Wasserverdunstung seitens der feuchten Schleimhautoberflächen von keinen anderen Factoren abhängig sein, wie die Verdunstung von irgend welchen Flüssigkeitsoberflächen. Schon aus der Ableitung der Formel für die Berechnung der Psychrometerangaben, und insbesondere aus den auf die Evaporationskraft eines Klimas bezüglichen Berechnungen von Weilenmann[1] geht aber ganz unzweideutig hervor, dass für die Verdunstung weder die relative noch die absolute Feuchtigkeit in Betracht kommt, sondern ausser der Windbewegung, dem Barometerstand und verschiedenen Constanten nur derjenige Antheil der Luftfeuchtigkeit, welcher kurz als Sättigungsdeficit bezeichnet werden kann, d. h.: die Wasserdampfmenge, welche unter den jeweiligen Verhältnissen von der Luft noch aufgenommen werden kann. Dieselbe wird berechnet dadurch, dass man von der, der jeweiligen Temperatur entsprechenden, maximalenFeuchtigkeit (in mm Hg) die wirklich vorhandene, absolute Feuchtigkeit (ebenfalls in mm Hg) abzieht; die Differenz in mm Hg repräsentirt das Sättigungsdeficit. C. Flügge hat in seinem „Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden"[2] bereits im Jahre 1881 auf die Bedeutung des Sättigungsdeficits wiederholt aufmerksam gemacht und betont, dass von diesem Factor allein die Wasserverdunstung seitens der Haut und Schleimhäute abhängt und dass dieser Maassstab sowohl für Feuchtigkeitsmessungen im Freien wie anch in geschlossenen Räumen der geeignetste ist. Trotzdem hat die Meteorologie, die Klimatologie und die hygienische Praxis sich im Ganzen noch wenig mit dem Begriff des Sättigungsdeficits befreundet, sondern hat nach wie vor an der althergebrachten absoluten und relativen Feuchtigkeit festgehalten. Nur in einer im vorigen Jahre veröffentlichten Untersuchung von H. Meyer[3] ist, veranlasst durch die vorliegende Arbeit, die Bedeutung des Sättigungsdeficits für meteorologische Beobachtungen anerkannt und näher beleuchtet.

Dass wir in der That durch die bisher übliche Registrirung der absoluten und relativen Feuchtigkeit keinen richtigen Aufschluss über die austrocknende Wirkung einer Luft erhalten können, ist leicht einzusehen. Von der absoluten Feuchtigkeit hat man im Ganzen weniger Erwartungen in dieser Hinsicht gehegt und sich seltener täuschen lassen. Da die absolute Feuchtigkeit gerade an kalten Wintertagen am geringsten, im Sommer am höchsten ist, so liegt es eben für Jeden auf der Hand, dass durch eine niedrige absolute Feuchtigkeit keine austrocknende Wir-

[1] *Zeitschrift der Oesterreichischen Gesellschaft für Meteorologie.* Bd. XII.
[2] Leipzig 1881. S. 90 u. 521.
[3] *Meteorologische Zeitschrift.* Mai 1885.

kung angezeigt werden kann; und schon die alltägliche Erfahrung lehrt uns, dass an kalten Tagen so gut wie gar keine Verdunstung stattfindet, dagegen an heissen Tagen in bedeutendem Grade, selbst wenn die absolute Feuchtigkeit das drei- und vierfache derjenigen beträgt, die im Winter beobachtet wird.

Um so mehr Beachtung hat man in den letzten Jahrzehnten der relativen Feuchtigkeit geschenkt, in der Meinung, hiermit einen wesentlich richtigeren Maassstab für die Verdunstungsintensität zu bekommen. Aber auch darin hat man sich entschieden getäuscht. Allerdings geht die Verdunstung vielfach der relativen Feuchtigkeit parallel; aber dieser Parallelismus gilt nur unter der Voraussetzung gleicher Temperaturen. während bei verschiedenen Temperaturen die Zahlen für die relative Feuchtigkeit einerseits und für die Verdunstungsintensität andererseits weit auseinandergehen. Die Feuchtigkeitsprocente haben bei verschiedenen Temperaturen einen ganz anderen Wirkungswerth, weil der Zuwachs von je einem Procent je nach der Temperatur bald einen grösseren, bald einen viel geringeren Feuchtigkeitszuwachs anzeigt; bei 0° und 100 Procent Feuchtigkeit beträgt die Wasserdampfmenge der Luft etwa 5 ^{grm} pro 1 ^{cbm}; bei 30° und 100 Procent Feuchtigkeit etwa 31 ^{grm}. Jedes Procent weniger bedeutet also bei 0° eine Abnahme um 0·05 ^{grm}, bei 30° eine Abnahme um 0·3 ^{grm}, d. h. die Stufe von einem Procent zum anderen ist in letzterem Falle sechsmal so gross als im ersteren. Man bekommt daher aus den Feuchtigkeitsprocenten allein leicht eine völlig falsche Vorstellung über das wirkliche Verhalten des Wasserdampfs in der Luft.

Trotzdem ist es üblich geworden in den meisten Fällen die Luftfeuchtigkeit einfach nach den Feuchtigkeitprocenten zu beurtheilen, und man ist auf diese Weise zu allerlei merkwürdigen und mit der alltäglichen Lebenserfahrung contrastirenden Irrthümern gelangt. So ist nach Dove in Norddeutschland der Mai der trockenste Monat, während wir empirisch vom Juni und Juli eine weit stärker austrocknende Wirkung kennen gelernt haben. So betont Hann, dass an der ligurischen Küste Extreme von relativer Feuchtigkeit herrschen wie sie sonst nur in einem completen Wüstenklima gefunden werden; man beobachtet in Genua und St. Remo im Winter und Frühjahr oft nur 8 bis 13 Procent Feuchtigkeit, während in den schlimmsten Tagen des Chamsin, jenes Wüstenwindes, der durch seine austrocknende Wirkung die Bevölkerung Egyptens in Schrecken setzt, 13 bis 19 Procent Feuchtigkeit gefunden werden. Gleichwohl zeigt die Vegetation an der ligurischen Küste gewiss keinen an die Wüste erinnernden Charakter, und ebensowenig wird dort der niedrige Procentgehalt an Feuchtigkeit von den Menschen und namentlich von den zahlreichen Lungenkranken als belästigend empfunden. — Zu einem ähn-

lich paradoxen Resultat führt ferner ein Vergleich der Zahlen für die mittlere relative Feuchtigkeit im Innern der Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Mittel- oder Westdeutschland. Beide Durchschnittswerthe differiren ganz unerheblich; und doch ist es bekannt, dass die Luft in Nordamerika eine viel stärker austrocknende Wirkung hat, dass Neubauten sogleich bezogen werden können, dass Nahrungsmittel vor dem Vertrocknen viel sorgfältiger geschützt werden müssen, als bei uns u. s. w.

Alle diese auffälligen Beobachtungen werden erklärlich, wenn man den thatsächlich auf die Austrocknung wirkenden Factor, das Sättigungsdeficit, statt der relativen Feuchtigkeit einsetzt. Die beiden auf den folgenden Seiten abgedruckten Tabellen, deren erste nach der citirten Abhandlung von H. Meyer zusammengestellt ist, geben einen Ueberblick über die zeitlichen und örtlichen Schwankungen des Sättigungsdeficits und über seine Beziehungen zur relativen und absoluten Feuchtigkeit. Aus denselben geht hervor, welch' bedeutende örtliche und zeitliche Differenzen das Sättigungsdeficit darbietet, wie erheblich stärkere Ausschläge dasselbe liefert als die anderen Maassstäbe, und wie völlig abweichend vielfach die Curven der relativen Feuchtigkeit und des Sättigungsdeficits verlaufen. Da dem letzteren die austrocknende Wirkung der Luft wirklich parallel geht, so stimmen auch alle unsere praktischen Erfahrungen mit den Angaben des Sättigungsdeficits viel besser als mit denen der relativen Feuchtigkeit überein. Borkum und Darmstadt haben z. B. im Juli eine nur wenig verschiedene relative Feuchtigkeit — 82 Procent gegenüber 68 Procent —, und zeigen fast gar keine Differenz bezüglich der absoluten Feuchtigkeit — $12 \cdot 0^{mm}$ gegenüber $11 \cdot 1^{mm}$ —, während wir doch nach allen Erfahrungen eine Differenz der Luftfeuchtigkeit zwischen beiden Orten vermuthen müssen, die dem continentalen, austrocknenden Charakter des Binnenlandes gegenüber dem feuchten Seeklima Rechnung trägt. Das Sättigungsdeficit entspricht dieser Anforderung vollkommen; wir sehen aus der Tab. 1, dass dasselbe für Borkum $2 \cdot 6^{mm}$, für Darmstadt $5 \cdot 3^{mm}$ beträgt, dass es also an letzterem Orte doppelt so gross ist und demnach die austrocknende, verdunstende Wirkung der Luft dort ebenfalls auf das doppelte steigt.

Aus der gleichen Tabelle erkennen wir ferner, dass nach den Angaben des Sättigungsdeficits nicht der Mai, sondern der Juli, und an einzelnen Orten der Juni der austrocknendste Monat ist. — Ebenso erklärt sich aus der Tabelle 2 ohne weiteres, warum die niedrigen Feuchtigkeitsprocente an der ligurischen Küste nicht eine ähnliche Wirkung haben, wie beim Wüstenwind Chamsin. In Genua ereignet sich die Abnahme der relativen Feuchtigkeit im Winter und Frühjahr, die gleichzeitigen Lufttemperaturen betragen im Mittel etwa $+ 10^{0}$; der Chamsin dagegen

Absolute Feuchtigkeit (a. F.) in Mm. Hg; Relative Feuchtigkeit (r. F.) in Procenten; Sättigungs-Deficit (S. D.) in Mm. Hg.

	Königsberg			Berlin			Breslau			Halle			Göttingen			Borkum			Darmstadt			Trier		
	a. F.	r. F.	S. D.	a. F.	r. F.	S. D.	a. F.	r. F.	S. D.	a. F.	r. F.	S. D.	a. F.	r. F.	S. D.	a. F.	r. F.	S. D.	a. F.	r. F.	S. D.	a. F.	r. F.	S. D.
Januar	3·4	88	0·5	3·9	84	0·7	3·6	84	0·7	3·9	83	0·8	4·1	87	0·6	4·5	90	0·5	4·2	83	0·9	4·4	87	0·7
Februar	3·4	86	0·6	4·1	80	1·0	3·8	82	0·8	4·1	82	0·9	4·4	84	0·8	5·1	91	0·5	4·6	81	1·1	4·6	81	1·1
März	3·8	82	0·8	4·5	75	1·5	4·2	77	1·3	4·3	78	1·2	4·8	80	1·2	5·2	86	0·8	4·7	73	1·7	4·7	72	1·8
April	5·1	75	1·7	5·3	69	2·4	5·4	70	2·3	5·8	71	2·4	5·8	73	2·1	6·4	84	1·3	5·7	66	2·9	5·8	67	2·8
Mai	7·0	71	2·9	7·1	64	4·0	7·3	67	3·6	7·5	68	3·5	7·5	71	3·1	7·8	81	1·8	7·4	64	4·2	7·4	66	3·8
Juni	9·6	72	3·7	9·6	66	4·9	9·6	68	4·5	10·0	70	4·3	10·0	73	3·7	10·6	82	2·4	9·6	66	4·9	9·7	68	4·6
Juli	10·9	74	3·8	10·7	67	5·3	10·5	68	4·9	11·2	71	4·6	11·2	75	3·8	12·0	82	2·6	11·1	68	5·3	10·7	69	4·9
August	10·7	75	3·6	10·8	69	4·8	10·4	70	4·5	10·8	72	4·2	10·9	78	3·2	12·0	83	2·5	10·7	70	4·6	10·6	71	4·3
September	7·3	80	1·8	8·8	73	3·3	8·8	73	3·3	9·1	75	3·0	9·4	80	2·3	10·4	86	1·8	9·3	74	3·3	9·2	76	3·1
October	6·7	83	1·4	7·2	79	1·9	6·9	79	1·8	7·1	80	1·7	7·3	84	1·4	8·0	87	1·2	7·0	80	1·7	7·4	81	1·7
November	4·6	87	0·7	5·1	83	1·0	4·8	83	1·0	5·1	84	1·0	5·3	86	0·9	6·1	89	0·7	5·6	84	1·1	5·4	82	1·2
December	3·8	88	0·5	4·2	84	0·8	3·8	84	0·7	4·1	84	0·8	4·3	88	0·5	5·1	92	0·5	4·3	87	0·7	4·6	86	0·8

Sättigungs-Deficit in Mm. Hg.

Temperatur	Relative Feuchtigkeit										Temperatur
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
7°	6·74	5·99	5·24	4·49	3·75	3·00	2·25	1·50	0·75	0·00	7°
8°	7·21	6·42	5·61	4·81	4·01	3·21	2·41	1·60	0·80	0·00	8°
9°	7·71	6·86	6·00	5·14	4·29	3·44	2·57	1·71	0·86	0·00	9°
10°	8·25	7·34	6·42	5·50	4·59	3·67	2·75	1·83	0·92	0·00	10°
11°	8·81	7·83	6·85	5·87	4·90	3·92	2·94	1·96	0·98	0·00	11°
12°	9·41	8·37	7·32	6·28	5·23	4·18	3·14	2·09	1·05	0·00	12°
13°	10·04	8·93	7·81	6·70	5·58	4·45	3·35	2·23	1·12	0·00	13°
14°	10·71	9·53	8·35	7·15	5·96	4·76	3·57	2·38	1·19	0·00	14°
15°	11·43	10·16	8·89	7·62	6·35	5·08	3·81	2·54	1·27	0·00	15°
16°	12·19	10·83	9·48	8·12	6·77	5·42	4·06	2·71	1·35	0·00	16°
17°	12·98	11·54	10·09	8·65	7·21	5·77	4·33	2·88	1·44	0·00	17°
18°	13·82	12·29	10·75	9·22	7·68	6·14	4·61	3·07	1·54	0·00	18°
19°	14·71	13·08	11·45	9·81	8·18	6·54	4·91	3·27	1·64	0·00	19°
20°	15·65	13·91	12·14	10·43	8·70	6·96	5·22	3·48	1·74	0·00	20°
21°	16·65	14·80	12·95	11·10	9·25	7·40	5·55	3·70	1·85	0·00	21°
22°	17·69	15·73	13·76	11·80	9·83	7·86	5·90	3·93	1·97	0·00	22°
23°	18·81	16·73	14·64	12·55	10·46	8·36	6·27	4·18	2·09	0·00	23°
24°	19·96	17·74	15·53	13·31	11·09	8·87	6·65	4·44	2·22	0·00	24°
25°	21·19	18·84	16·49	14·13	11·78	9·42	7·07	4·71	2·36	0·00	25°
30°	28·39	25·24	22·08	18·93	15·77	12·61	9·46	6·31	3·16	0·00	30°
35°	37·17	33·46	29·28	25·09	20·91	16·53	12·55	8·37	4·18	0·00	35°
40°	49·42	43·93	38·44	32·95	27·45	21·96	16·73	10·98	5·49	0·00	40°

bringt regelmässig auch ausserordentlich hohe, bis über 40° sich erhebende Temperaturen. Aus Tabelle 2 ersehen wir nun, welch' enorm grosse Unterschiede im Sättigungsdeficit und in der austrocknenden Wirkung der Luft bei den gleichen Feuchtigkeitsprocenten auftreten können, je nachdem die Temperatur verschieden ist. Für + 10° haben wir bei einer relativen Feuchtigkeit von 10 Procent ein Sättigungsdeficit von 8·25 mm; für die Temperatur des Chamsin (40°) bezeichnet die gleiche procentische Feuchtigkeit ein Sättigungsdeficit von 49·42 mm; ersteres harmonirt mit den Werthen, die bei uns an warmen Sommertagen oft vorkommen und kaum als lästig und zu stark austrocknend empfunden werden, während das Sättigungsdeficit des Chamsin offenbar weit über alle hygienisch zulässigen Grenzen hinausgeht. Auch die scheinbare Uebereinstimmung zwischen der Luftfeuchtigkeit in Westdeutschland und dem Inneren von Nordamerika erklärt sich in derselben Weise; in letzterem Gebiet werden im Sommer erheblich höhere Temperaturen beobachtet als bei uns, und daraus resultirt für das wärmere Land trotz gleicher Feuchtigkeitsprocente ein

beträchtlich höheres Sättigungsdeficit und dementsprechend eine viel austrocknendere Wirkung der Luft.

Nicht minder giebt das Sättigungsdeficit für die Beobachtung der Luftfeuchtigkeit innerhalb der Wohnräume und speciell in geheizten Räumen den allein richtigen Maassstab, der uns über den Grad der austrocknenden Wirkung der Luft sofort aufklärt. Man könnte vielleicht geneigt sein, während der Heizperiode auch die relative Feuchtigkeit als einen correcten Ausdruck für die austrocknende Wirkung der Luft gelten zu lassen, weil durch die Beheizung im Allgemeinen eine gleiche Temperatur von 17 bis 19° C. hergestellt werden soll. In der That würden die Feuchtigkeitsprocente in beheizten Räumen benutzbar sein, wenn wirklich dieses Postulat der gleichmässigen Temperirung erfüllt wäre. Jeder, der sich mit Prüfungen von Heizanlagen beschäftigt hat, weiss aber, dass eine Gleichmässigkeit nur ausnahmsweise erzielt wird und dass vielmehr selbst bei im Ganzen gut functionirenden Anlagen die Temperaturen im Verlauf mehrerer Tage, oft sogar an einem Tage um 8° C. differiren; ganz abgesehen von den Extremen, die namentlich nach oben hinauf nicht selten bis 25 und 26° reichen. An kalten Wintertagen beobachtet man in der Mehrzahl der Schulen — bei Local- und Centralheizung — während der ersten Schulstunden eine Temperatur von 14 bis 15° und eine relative Feuchtigkeit von 50 Procent, Nachmittags dagegen eine Temperatur von 22 bis 23°. In diesen Nachmittagsstunden ist schon oft eine austrocknende Wirkung der Luft von Lehrern und Schülern auf's unangenehmste empfunden; aber die Zahlen für die relative Feuchtigkeit harmonirten durchaus nicht mit diesen Empfindungen, da sie wohl eine Abnahme, z. B. auf 40 Procent, zeigten, die aber doch zu geringfügig war, als dass daraus eine Erklärung für die veränderte Wirkung der Luft zu entnehmen gewesen wäre. Bestimmt man dagegen in solchen Fällen das Sättigungsdeficit, so stellt sich dieses für 14° und 50 Procent Feuchtigkeit auf 5·96 ^{mm}; für 22° und 40 Procent Feuchtigkeit auf 11·8 ^{mm}; d. h. die austrocknende Wirkung der Luft hat Nachmittags gegenüber der Luft der Morgenstunden um etwa 100 Procent zugenommen.

Construirt man allerdings Mittelzahlen für längere Beobachtungszeiten, dann erscheinen die Temperaturen beheizter Räume gleichmässiger und der Maassstab der relativen Feuchtigkeit entsprechend brauchbarer. Aber eine derartige Herstellung von Durchschnittswerthen ist gewiss nicht geeignet, um eine richtige Vorstellung von dem hygienischen Effect einer Heizanlage zu verschaffen. Eine niedrige Anfangs- und hohe Endtemperatur desselben Tages können dann wohl eine normale Mittelzahl ergeben, aber der Effect des ganzen Ganges der Temperatur kann so ungünstig wie möglich gewesen sein; und ebenso werden die Schwankungen von

einem Tag zum anderen durch die Mittelzahlen lediglich verwischt und der Kritik entzogen. Trägt man dagegen der Veränderlichkeit der Temperaturen während der Heizperiode dadurch Rechnung, dass man die Grösse der Tagesschwankung und die Differenz zwischen den einzelnen Tagen registrirt, dann ergiebt sich auch sofort die Nothwendigkeit, den Feuchtigkeitszustand der Luft in beheizten Räumen nicht nach der relativen Feuchtigkeit, sondern nach dem Sättigungsdeficit zu beurtheilen.

Offenbar sind auch schon früher verschiedene Beobachter, die über das Verhalten der Luftfeuchtigkeit in geschlossenen Räumen Studien gemacht haben, zu der Ueberzeugung gelangt, dass die relative Feuchtigkeit keinen brauchbaren Maassstab für das hygienische Urtheil liefert. Krieger[1], der in einigen Privathäusern Untersuchungen über das Verhalten der Luftfeuchtigkeit anstellte, sowie die Commission[2], welche die Luftbeschaffenheit der Berliner städtischen Schulen im Jahre 1879 begutachtete, benutzten daher Apparate, mit deren Hülfe eine directe Bestimmung des in der Zeiteinheit verdunsteten Wassers ermöglicht wurde und strebten somit eine Kenntniss desjenigen Factors der Luftfeuchtigkeit an. welcher eben durch das Sättigungsdeficit ausgedrückt wird. Ebenso hat Rietschl[3] bei seinen neuerdings veröffentlichten Untersuchungen über die Heizanlagen in Berliner Schulen dadurch vergleichbare Werthe für die Luftfeuchtigkeit zu erhalten versucht, dass er die in Wirklichkeit bei sehr verschiedenen Temperaturen gefundenen Feuchtigkeitsprocente auf eine einheitliche Temperatur (+ 20°) reducirte. Durch dieses Verfahren wird allerdings eine für manche Zwecke brauchbare Vergleichsfähigkeit hergestellt, aber abgesehen von dem rechnerischen Umwege, wird das wahre Bild des Verhaltens und des hygienischen Effects der untersuchten Luftbeschaffenheit ganz wesentlich beeinträchtigt.

Für die hygienische Beurtheilung der Luftfeuchtigkeit sowohl im Freien wie in geschlossenen Räumen ist somit das Sättigungsdeficit entschieden der correcteste und geeignetste Maassstab, und es ist wünschenswerth, dass wir uns bei den Angaben über Luftfeuchtigkeit dieses Maassstabes in erster Linie bedienen. Für mancherlei Fälle ist selbstverständlich auch die Kenntniss der absoluten und der relativen Feuchtigkeit von Werth; aber die überwiegende Mehrzahl der hygienischen Fragen erfordert nur ein Urtheil über die austrocknende Wirkung der Luft, und diese wird allein von dem Sättigungsdeficit richtig angezeigt.

Fragen wir, auf welchem Wege wir am besten zu einer Kenntniss

---

[1] *Aetiologische Studien.* Strassburg 1880.

[2] Bericht über die Untersuchung der Heizungs- und Ventilationsanlagen u. s. w. im Auftrage des Magistrats zu Berlin. *Verlag der Deutschen Bauzeitung.* Berlin 1879.

[3] *Lüftung und Heizung von Schulen.* Berlin 1886.

des Sättigungsdeficits in jedem Einzelfall gelangen, so könnte man zunächst versucht sein, dasselbe in jedem Einzelfall direct experimentell zu bestimmen. Offenbar ergeben die zahlreich construirten Atmometer oder Verdunstungsmesser nichts anderes, wie das Sättigungsdeficit, da cet. par., und namentlich in geschlossenen Räumen, die Verdunstung dem letzteren proportional vor sich geht. Krieger versuchte eine solche atmometrische Messung durch einfache, mit Wasser gefüllte Gefässe annähernd auszuführen, die von Zeit zu Zeit gewogen wurden. Ein ebenfalls sehr einfaches Atmometer ist das von Pliche construirte, das aus einer graduirten, mit Wasser gefüllten Röhre und einem diese bedeckenden Blatt Kupferstecherpapier als Verdunstungsfläche besteht. Ein anderes handliches Instrument wurde von der zur Begutachtung der Berliner Schulen eingesetzten Commission verwendet; dasselbe besteht in einer Art von Aräometer, das auf der Spitze eine horizontale Metallscheibe und auf dieser ein Stück Filtrirpapier von bekannter Grösse trägt; das Aräometer schwimmt in einem Becherglase mit Wasser und taucht bis zu einem gewissen Punkte ein; nach Befeuchtung des Filtrirpapiers sinkt es tiefer, um dann je nach der Intensität der Wasserverdunstung schneller oder langsamer wieder aufzusteigen; an einer Scala lässt sich die Höhe, um welche das Instrument nach einer bestimmten Zeit gehoben ist, ablesen. Ausser diesen praktisch benutzten Apparaten sind dann noch eine grosse Reihe anderer Atmometer construirt, die indess alle schon durch ihre Complicirtheit für die hygienische Praxis nicht verwendbar sind.

Weder die complicirteren noch die einfacheren Constructionen von Atmometern geben aber hinreichend genaue und für unsere Zwecke brauchbare Resultate. Die meisten, und namentlich auch das von der Berliner Commission benutzte Instrument, trifft zunächst der gleiche Vorwurf, welcher schon gegen die Benutzung des feststehenden Psychrometers in geschlossenen Räumen erhoben werden musste, nur in bedeutend stärkerem Grade. Es ist nämlich unausbleiblich, dass ohne besondere Mittel zur Bewegung der Luft in der nächsten Umgebung der verdunstenden Fläche eine lokale Anhäufung von Wasserdampf stattfindet, die in einem je nach den äusseren Verhältnissen wechselnden Grade die Wasserverdunstung beeinträchtigt; es können deshalb weder absolut richtige noch auch relativ richtige, mit der gleichen Abweichung behaftete Werthe mit Hülfe dieser Atmometer erhalten werden. Ferner geben alle Verdunstungsmesser begreiflicherweise nur nach längerer Zeitdauer merkliche Ausschläge, und wir erhalten demgemäss nur Integralwerthe; während es doch in der Mehrzahl der Fälle unsere Aufgabe ist, von dem momentanen und zeitlich wechselnden Verhalten der Luftfeuchtigkeit Kenntniss zu erlangen,

und während es für die praktische Ausführung der Messungen jedenfalls von grösster Wichtigkeit ist, dass dieselben in kurzer Frist beendet sind.

Bezüglich der Ermittlung des Sättigungsdeficits sind wir demnach immer wieder auf eine der oben besprochenen genauen und doch einfachen Methoden der Feuchtigkeitsmessung angewiesen, und wir werden daher das Sättigungsdeficit aus dem Gewicht des Wasserdampfes, aus dem Thaupunkt, aus der relativen Feuchtigkeit oder aus der Psychrometerdifferenz berechnen müssen. Diese Berechnung ist aber bei der Benutzung des Schleuderpsychrometers genau so einfach wie bei irgend einer der anderen Methoden; und es wird damit der letzte Einwand, der gegen das Schleuderpsychrometer erhoben werden könnte, hinfällig, dass nämlich die Resultate nicht wie beim Haarhygrometer in der abgelesenen Zahl fertig gegeben seien. Es ist ja nunmehr auch bei den Haarhygrometern eine directe Ablesung des definitiven und hygienisch brauchbaren Resultats, d. h. des Sättigungsdeficits, ohne Rechnung nicht möglich; und dieselben verlieren dadurch ihren letzten und einzigen Vortheil gegenüber dem Schleuderpsychrometer, das im übrigen so viele und wesentliche Vorzüge vor allen anderen Feuchtigkeitsmessern besitzt. — Die Rechnung wird sich noch einfacher gestalten, wenn erst für den Gebrauch des Schleuderpsychrometers Tafeln herausgegeben sein werden, in welchen die Zahlen für das Sättigungsdeficit aus dem Stande des trockenen Thermometers und aus der Temperaturdifferenz zwischen trockenem und feuchtem Thermometer einfach abgelesen werden können. Aber auch vorläufig ist die Berechnung durch Subtraction der in üblicher Weise gefundenen absoluten Feuchtigkeit von der dem trockenen Thermometer entsprechenden maximalen Dampfspannung leicht auszuführen.

III. Welcher Grad von Luftfeuchtigkeit ist als Norm für beheizte Räume aufzustellen?

Mit Hülfe des Schleuderpsychrometers als Messinstrument und mit Hülfe des Sättigungsdeficits als Maasseinheit lässt sich zweifellos eine für hygienische Zwecke verwerthbare Bestimmung der Luftfeuchtigkeit in Wohnräumen ausführen. Um aber ein Urtheil über die Zulässigkeit oder Schädlichkeit eines gewissen Grades von Luftfeuchtigkeit abzugeben, bedarf es noch bestimmter Vereinbarungen über die Grenzen, innerhalb deren sich normaler Weise das Sättigungsdeficit bewegen darf.

Bisher haben wir bezüglich der Luftfeuchtigkeit schon aus dem Grunde zu keiner acceptablen Norm kommen können, weil die Vorschläge immer nur in relativer Feuchtigkeit gemacht wurden, weil aber die gewöhnlich proponirten 40 bis 60 Feuchtigkeitsprocente eine ganz verschiedene Be-

deutung erlangen je nach der Temperatur, welche in den Wohnräumen hergestellt wird. Es ist ausserdem wahrscheinlich, dass im Ganzen die zulässige untere Grenze der Luftfeuchtigkeit bisher etwas zu niedrig fixirt wurde, weil durchschnittlich im Freien ein Feuchtigkeitsgehalt von 40 Procent allerdings noch nicht als etwas schädliches empfunden wird und weil man übersehen hat, dass die gleichen 40 Procent bei den oft sehr hoch erwärmten Wohnräumen einen enorm austrocknenden Effect haben müssen.

Wollen wir die zulässigen Grenzen der Luftfeuchtigkeit festsetzen, so werden wir auch dabei das Sättigungsdeficit als Maassstab benutzen müssen; und wir werden zweckmässig diejenigen Grade desselben als zulässig bezeichnen, welche erfahrungsgemäss im Freien ohne Störung ertragen und nicht als lästig empfunden werden. Mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten, welche einer künstlichen Zufuhr grösserer Feuchtigkeitsmengen in geheizten Räumen entgegenstehen, werden wir aber dabei mit der Grenze der zulässigen Trockenheit der Luft so viel als möglich heruntergehen müssen. Beispielsweise dürfte vielleicht das höchste im Freien beobachtete Monatsmittel des Sättigungsdeficits als diejenige Grenze des Feuchtigkeitsgehalts normirt werden, welche in anhaltend, für längere Zeit benutzten Wohnräumen einzuhalten ist; dasselbe beträgt = 5·3 mm.

Für kürzeren Aufenthalt und für eine vorübergehende Beschaffenheit der Luft werden wir mit dieser Grenze noch weiter heruntergehen und die Feuchtigkeit noch mehr beschränken dürfen. In diesem Falle haben wir ein zweckentsprechendes Beispiel an jenen heissen Sommertagen Norddeutschlands, welche bei östlichen Winden ein sehr starkes Sättigungsdeficit

	Temperatur	Absolute Feucht.	Relative Feucht.	Sättigungs-deficit.	Wind-richtung
3. Juli 1884 6h	19·0	13·4	82	2·95	O—SO
2h	29·4	12·5	41	17·98	O—SO
10h	21·4	12·7	67	6·25	O—SO
Mittel	23·3	12·9	63	8·37	
4. Juli 1884 6h	19·8	13·8	80	3·38	SO
2h	30·4	12·0	37	20·28	SO
10h	21·3	12·2	65	6·24	SO
Mittel	23·8	12·7	61	9·22	
5. Juli 1884 6h	20·2	12·8	73	4·81	SO—NO
2h	28·4	12·2	43	16·57	SO—NO
10h	23·4	14·3	67	7·11	SO—NO
Mittel	24·0	13·1	61	9·08	

mit sich bringen und Anlass geben, dass wir auch beim Aufenthalt im Freien bereits anfangen, unter der austrocknenden Wirkung der Luft zu leiden. Im Jahre 1884 wurden in Berlin am 3., 4., 5. Juli eine derartige Witterung beobachtet (s. Tab. a. v. S.).

Wie aus der vorstehenden Tabelle, deren Zahlen den Aufzeichnungen des statistischen Bureaus der Stadt Berlin entnommen sind, hervorgeht, hat sich das Sättigungsdeficit an diesen Tagen im Mittel zwischen 8·0 und 9·0 ^{mm} bewegt, während es in den Mittagsstunden, wo Hitze und Trockenheit sich bis zur Unerträglichkeit steigerten, die Grösse von 20 ^{mm} erreicht hat. Jenes mittlere Sättigungsdeficit von 8·0 bis 9·0 ^{mm}, das immerhin schon eine gewisse Belästigung mit sich bringt, dürfte vielleicht als äusserste zulässige Grenze auch für eine vorübergehende Luftbeschaffenheit in beheizten Räumen festzusetzen sein.

Bis jetzt werden diese Zahlen noch oft überschritten und daher werden so häufig jene Klagen laut über die austrocknende und die Respirationsorgane reizende Beschaffenheit der Heizluft. Mehr als andere Heizanlagen haben Luftheizungen zu solchen Klagen Anlass gegeben: man hat aber hierfür eine Erklärung nicht sowohl in den Resultaten der Luftfeuchtigkeit gefunden, welche man immer nur als relative Feuchtigkeit bestimmte und welche dann nur ganz geringe Abweichungen gegenüber anderen Heizanlagen ergab; sondern man hat vielmehr vermuthet, dass der Staub oder die brenzlichen Producte, welche nicht selten bei Luftheizungen in die Zimmerluft gelangen, die eigentliche Ursache jener störenden Symptome sind. Gewiss werden diese Beimengungen mit betheiligt sein und oft die lästigen Folgen vermehren; aber ausserdem ergiebt sich in zwangloser Weise eine für viele Fälle ausreichende Erklärung für die austrocknende Wirkung der Luftheizungen, sobald wir die Feuchtigkeit durch das Sättigungsdeficit messen. Gerade bei Luftheizungen kommt es nämlich erfahrungsgemäss leichter wie bei anderer Beheizung zu zeitweise sehr gesteigerten Temperaturen, und durch diese erhalten wir selbstverständlich ein entsprechend höheres Sättigungsdeficit sowie eine lästig fallende Trockenheit der Luft, die sich allerdings in den Feuchtigkeitsprocenten nicht ausspricht. Die Verhältnisse liegen ferner bei der Luftheizung noch deshalb besonders ungünstig, weil hier die ausgiebige Ventilation und lebhafte Luftbewegung fortwährend dafür sorgt, dass die Luft stets in ihrem vollen Evaporationsvermögen mit den exponirten Schleimhäuten der Bewohner in Berührung kommt, während bei weniger starkem Luftwechsel weit leichter eine Zone feuchterer Luft in der nächsten Umgebung der reichlich Wasser abdunstenden Menschen gebildet werden kann.

Bestimmt man in der Praxis die Werthe des Sättigungsdeficits, die

in beheizten Räumen vorkommen, so gelangt man in der That oft zu Zahlen, wie sie sich fast nur in einem Wüstenklima wieder finden. Messungen, die theils in Privatwohnungen mit Local- und Centralheizungen, theils in dem mit Luftheizung versehenen Gymnasium in Göttingen vorgenommen wurden, ergaben häufig ein Sättigungsdeficit von 12 bis 16^{mm}, in einzelnen Fällen bis zu 18^{mm}. — Diese excessiven Grade von Trockenheit müssen um so verderblicher wirken, als die Bewohner im Winter einem fortgesetzten Wechsel zwischen einem sehr niedrigen Sättigungsdeficit im Freien und jener hochgradig trockenen Luft in den Wohnräumen ausgesetzt sind; ein derartig schroffer Wechsel findet beim Aufenthalt im Freien in keinem Klima jemals statt, und wir dürfen uns gewiss nicht darüber wundern, dass diesen künstlichen und völlig abnormen Verhältnissen gegenüber auch das Accomodationsvermögen des gesundesten Körpers schliesslich versagt.

Eine sichere Norm für die zulässigen Grade von Luftfeuchtigkeit wird sich allerdings erst aufstellen lassen, wenn eine viel grössere Zahl von Beobachtungen aus der Praxis vorliegen, als sie mir jetzt zu Gebote stehen. Nach den im Vorstehenden gegebenen Daten dürfen wir indess wohl hoffen, dass in Zukunft solche Beobachtungen leichter ausführbar und für die Erkenntniss der hygienischen Bedeutung der Luftfeuchtigkeit besser verwerthbar sein werden, wenn zur Messung das einfache und genaue Schleuderpsychrometer und bei der Zusammenstellung der Resultate das Sättigungsdeficit als Maasseinheit benutzt wird.

[Aus dem hygienischen Institut zu Göttingen.]

Ueber das Verhalten verschiedener Bacterienarten im Trinkwasser.

Von

Meade Bolton M. D. (Univers. V[a]),
aus Richmond, Virginien U. S.

Unter dem Einfluss der jüngsten Entdeckungen von pathogenen Bacterien haben die Gesichtspunkte für die Erforschung der Aetiologie und Verbreitungsweise der Infectionskrankheiten eine bedeutsame Verschiebung erfahren. Während wir früher bei der hygienischen Analyse von Luft, Boden, Wasser u. s. w. nicht einen directen Nachweis der Krankheitserreger unternehmen konnten, sondern uns begnügen mussten, aus dem Auftreten, aus der Vermehrung oder Verminderung gewisser chemischer Substanzen, von denen man vermuthete, dass sie zu dem hypothetischen Krankheitserreger in irgend welcher Beziehung ständen, die Anwesenheit oder das Fehlen der schädlichen Organismen zu erschliessen; sind wir jetzt offenbar in den Stand gesetzt, nach den zum Theil wohlbekannten Infectionserregern selbst zu suchen und über ihr Verhalten in den verschiedenen uns umgebenden Medien exacte Experimente anzustellen.

Auch die hygienische Trinkwasseruntersuchung war bisher in einer wenig befriedigenden Lage. Eine umfangreiche Litteratur giebt Zeugniss für die Energie und Ausdauer, mit welcher seit Jahrzehnten nach Mitteln zu einer Erkenntniss der Infectionsgefährlichkeit eines Trinkwassers gesucht wurde. Zahlreichste chemische Analysen wurden vorgenommen; aber dieselben betrafen durchweg Substanzen, welche an sich nichts mit der Infection zu thun haben, sondern in welchen man nur indirect einen Ausdruck für den etwaigen Gehalt des Wassers an infectiösen Organismen zu finden glaubte. Und eben diese Beziehung zwischen den analysirten Stoffen und den Krankheitserregern war keineswegs durch das Experiment

sichergestellt, sondern nur durch unzureichende und angreifbare statistische Vergleiche und durch speculative Deductionen gestützt.

Offenbar sind jetzt wesentlich andere Bahnen für die Trinkwasseruntersuchung vorgezeichnet. Dieselbe hat fortan ihr Augenmerk vorzugsweise auf die Mikroorganismen des Wassers zu richten, und hat Methoden festzustellen, mit welchen eine directe Prüfung des Wassers auf infectiöse Bacterien vorgenommen werden kann. Ferner ist durch Experimente mit geeigneten Repräsentanten der Bacterien zu ermitteln, unter welchen Umständen das Wasser eine Infectionsgefahr mit sich bringt und ob diese Gefahr in den früher gewonnenen Resultaten der chemischen Analyse einen brauchbaren Ausdruck findet.

In richtiger Erkenntniss dieser nothwendigen Aenderung und Ausdehnung der Trinkwasseruntersuchung haben in den letzten Jahren bereits mehrfache bacteriologische Analysen von Wasser stattgefunden. Bereits 1882 hat Koch seine so vielfach bewährte Gelatineplattenmethode auf die Untersuchung des Trinkwassers ausgedehnt, und Becker[1] hat die für diesen speciellen Fall erforderlichen Modificationen der Methode genauer zusammengestellt. Weiterhin sind von Angus Smith,[2] Roth,[3] Wolffhügel,[4] Cramer,[5] Leone,[6] Fol und Dunant,[7] v. Malapert[8] u. A. bacteriologische Untersuchungen von Trinkwasser nach der Koch'schen oder nach anderen Methoden ausgeführt.

Diese ersten Untersuchungen haben uns, wie das im Grunde zu erwarten war, nicht sofort die erwartete Aufklärung über das Verhalten der Bacterien im Wasser gegeben, sondern haben vielmehr zu allerlei Meinungsdifferenzen und zu neuen Räthseln geführt. So sind die Ansichten über die Zweckmässigkeit und die Vorzüge der einen oder der anderen Methode sehr getheilt; ferner sind zwar in jedem Wasser mehr oder weniger Bacterien nachgewiesen, aber die eigentlich gesuchten infectiösen Organismen sind noch in keinem Falle gefunden; und während man einerseits

---

[1] Becker, *Reichs-Medicinal-Kalender*. 1884.

[2] Angus Smith, *Second Report to the Local Government Board*. London 1884.

[3] Roth, *Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin*. N. F. 1885. Bd. XLIII. Heft 2.

[4] Wolffhügel, *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt*. 1885. Bd. I.

[5] Cramer, *Die Wasserversorgung von Zürich*. Zürich 1885. — *Die Wasserversorgung von Zürich und Ausgemeinden*. Ebenda 1885.

[6] Leone, *Atti della R. Acad. dei Lincei*. Ser. 4. Bd. I.

[7] Fol, *Archives des sc. phys. et natur*. Genève 1884. Bd. XI. p. 557. — *Mémoires de la soc. de Phys. de Genève*. Bd. XXIX. — *Archives des sc. phys. et nat*. 15. Februar 1885.

[8] R. v. Malapert-Neufville, *Zeitschrift für analytische Chemie*. 1886. Jahrgang XXV. Heft 1.

das Wasser für ein der Vermehrung der Bacterien ungünstiges Medium zu halten geneigt ist, haben Cramer und Leone eine starke Vervielfältigung der Mikroorganismen in ruhig stehendem Trinkwasser constatirt.

Im Winter 1884/85 habe ich es unternommen, auch meinerseits durch einige Versuche zur Klärung der wichtigen Frage nach den Beziehungen des Wassers zu den Infectionserregern beizutragen. Es war meine Absicht, zunächst die verschiedenen Methoden der bacteriologischen Trinkwasseruntersuchung einer vergleichenden Controle zu unterziehen; und sodann einige Experimente über das Verhalten rein gezüchteter bekannter Bacterien im Wasser anzustellen. In dieser Beziehung war im Voraus das Verhalten der für gewöhnlich im Trinkwasser vorkommenden Bacterien eines näheren Studiums bedürftig; und nachdem ich diese Bacterien, ihre Eigenschaften und insbesondere ihre Lebens- und Vermehrungsfähigkeit im Wasser kennen gelernt hatte, beabsichtigte ich, das Verhalten von absichtlich dem Wasser zugefügten pathogenen Pilzen zu jenen in Parallele zu setzen. Ich durfte hoffen, aus diesen Versuchen für die Art und Weise, in welcher die Infectionsgefahr eines Wassers unter natürlichen Verhältnissen zu Stande kommt, sowie für die Erkennung dieser Gefahr mittelst der bacteriologischen Untersuchung einige Anhaltspunkte zu gewinnen.

I. Die Methoden der bacteriologischen Trinkwasseruntersuchung.

Die Aufgabe einer unseren jetzigen Bedürfnissen entsprechenden Methode der bacteriologischen Wasseruntersuchung besteht darin, dass sie uns über die Zahl der in einer Wasserprobe enthaltenen lebensfähigen Bacterien orientirt und ferner eine derartige Differenzirung der einzelnen Arten gestattet, dass ein Urtheil über etwaige pathogene Eigenschaften einzelner Arten erhalten werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt selbstverständlich nicht durch mikroskopische Beobachtung, sondern ist nur möglich durch das Culturverfahren; und für dieses sind bisher drei Methoden in Anwendung gebracht und empfohlen: die Koch'sche Gelatineplatten-Methode; zweitens die Cultivirung der in der Wasserprobe enthaltenen Bacterien in Reagenzgläsern mit Gelatine; drittens die von Miquel eingeführte und namentlich von Fol und Dunant benutzte Verdünnungsmethode.

a) Das Koch'sche Plattenverfahren besteht bekanntlich darin, dass eine gemessene Menge des Wassers — $^1/_{50}$ bis 1,0 ^{ccm} — zu verflüssigter Nährgelatine hinzugefügt und mit dieser auf Platten ausgegossen wird; die Platten werden bei 22° gehalten und am zweiten bis vierten Tage werden die gewachsenen Colonieen gezählt. Man nimmt an, dass in den meisten Fällen die so gefundene Zahl die wirkliche absolute Menge

der in der Wasserprobe enthaltenen lebensfähigen Bacterienindividuen anzeigt. Unrichtige Angaben werden nur dann zu erwarten sein, wenn entweder Bacterienarten vorhanden sind, welche unter den gebotenen Culturbedingungen nicht wachsen; oder dann, wenn die Bacterien nicht als isolirte Individuen, sondern zum Theil in Form von Verbänden existiren; in letzterem Fall kann eine Colonie offenbar ebensowohl einem einzelnen, wie einer Gruppe von sehr zahlreichen Individuen entsprechen.

Bezüglich der Details der Ausführung dieser Methode kann ich auf die eingehenden Beschreibungen von Hueppe (die Methoden der Bacterienforschung, 3. Aufl.) und Becker (l. c.) verweisen. Aus den dort gegebenen Vorschriften möchte ich an dieser Stelle nur die eine noch besonders hervorheben, dass die Ausführung der Methode nur dann als gelungen anzusehen ist und ein verwerthbares Resultat liefert, wenn die Platte weder zu dünn noch zu dicht mit Colonieen besät ist und wenn ausserdem nicht zu viel und zu stark entwickelte verflüssigende Colonieen vorhanden sind. Ist die Anzahl der Colonieen zu gering (unter 10), so ist der Fehler, welcher durch eine oder einige zufällige Verunreinigungen bewirkt wird, ausserordentlich bedeutend; ist die Zahl der Colonieen zu gross, so stösst die Zählung auf Schwierigkeiten und es ist der Verdacht begründet, dass manche Colonieen nicht bis zu sichtbarer Grösse auswachsen konnten. Daher sind bei einem unbekannten Wasser stets mehrere Platten mit verschieden abgestuften Quantitäten des Wassers anzulegen, und das Resultat ist nur dann als befriedigend anzusehen, wenn auf einer der Platten die Zahl der ausgewachsenen Colonieen zwischen 10 und 5000[1] beträgt. — Sind viel verflüssigende Pilze zugegen, so werden leicht andere Colonien durch die Ausdehnung der Verflüssigungsbezirke verdeckt; hier muss daher die Zählung in einem sehr frühen Stadium vorgenommen werden oder es sind eventuell Controlproben mit Nähragarplatten zu untersuchen.

Gegen die Leistungsfähigkeit der Plattenmethode sind innerhalb der letzten Jahre verschiedene Einwände erhoben worden. — Ein Bedenken ist von Gunning[2] ausgesprochen und geht dahin, dass vielleicht eine grosse Zahl von im Wasser enthaltenen Bacterien auf den Platten nicht zum Auswachsen gelangt, weil sich auf der Oberfläche eine ausgetrocknete, membranartige Schicht bildet, welche ausserdem bewirkt, dass auch die tieferen Schichten der Gelatine nicht genügend mit Sauerstoff versorgt werden. Es lässt sich jedoch auf das bestimmteste darthun, dass dieses Bedenken bei vorschriftsmässig feucht gehaltenen Platten nicht gerecht-

[1] Im Folgenden bedeutet die Angabe „unzählig" eine Anzahl von Colonieen, welche die Ziffer 5000 pro ein Tropfen und 100000 pro ein Cubikcentimeter erheblich übersteigt.

[2] Gunning, *Archiv für Hygiene.* Bd. I. Heft 3.

fertigt ist, und dass vielmehr selbst die exquisitesten Aëroben in allen Schichten der auf Platten ausgebreiteten Gelatine zu sichtbaren Colonieen auswachsen; zahlreiche Belege dafür liefert die umstehend folgende Arbeit von Dr. Liborius, auf welche ich verweisen darf.

Ferner ist der Einwand erhoben, dass in Nährgelatine bei 22° zahlreiche Bacterienarten nicht wachsen, weil ihnen die Temperatur und die Qualität des Nährsubstrats nicht zusagt. Dies trifft in der That zu für gewisse parasitische Pilze, welche nur unter Verhältnissen, die dem Körper des Warmblüters möglichst ähnlich sind, wachsen, also auf Blutserum bei 37° u. s. w.; ferner für die obligat anaëroben Bacterien. Speciell für die Wasseruntersuchung hat aber auch dieser Einwand geringe Bedeutung. Jene beiden Gruppen von Bacterien sind jedenfalls nur selten im Wasser enthalten und noch seltener Object der Untersuchung; ausserdem sind sie durch die anderen gebräuchlichen Methoden, bei welchen wohl eine höhere Temperatur, aber kein leistungsfähigeres Nährsubstrat und kein Sauerstoffabschluss zur Anwendung kommt, durchaus nicht besser nachweisbar, und ihr Nachweis in irgend welchen anderen Medien, in der Luft, im Boden u. s. w. stösst auf genau dieselben Schwierigkeiten, die die uns vorläufig zu einer gewissen Resignation zwingen. Abgesehen von diesen Bacterien ist aber die Nährgelatine für die weitaus grösste Mehrzahl der Bacterien der entschieden beste Nährboden und leistet ebensoviel oder mehr als irgend eine andere für gleiche Zwecke empfohlene flüssige oder feste Nährmischung. Ich habe eine Reihe von anders zusammengesetzten Gelatinen, namentlich z. B. Weizeninfusgelatine, ferner Agarmischungen und flüssige Bouillon zu vergleichenden Untersuchungen desselben Wassers benutzt; ich bin aber selbst unter Anwendung höherer Temperaturen bei den letztgenannten Nährsubstraten nur ganz ausnahmsweise auf Bacterienarten gestossen, welche nicht ebenfalls auf der üblichen Nährgelatine unter Einhaltung einer constanten Temperatur von 22° und einer möglichst langen Beobachtungsdauer gewachsen wären.

Gewiss wird man sich bewusst bleiben müssen, dass wir das ideale Ziel, sämmtliche in einer Wasserprobe enthaltene Bacterien zur Anschauung zu bekommen, mittelst der Gelatinecultur nur bis zu einem gewissen Grade erreichen, dass bei reichlicher Aussaat namentlich auch langsamer wachsende Bacterienarten übersehen werden können, und dass wir immerhin suchen müssen, womöglich die Methode zu vervollkommnen. Aber einstweilen spricht alles dafür, dass wir mit Hülfe der Gelatineplatten die ganz überwiegende Mehrzahl der im Wasser vorkommenden Mikroorganismen zur Anschauung bekommen, und dass keines der bisher bekannten anderen Verfahren etwas vollkommeneres leistet.

Ein dritter Einwurf, der gegen die Anwendbarkeit der Plattenmethode

erhoben ist, lautet dahin, dass das Verfahren keine hinreichend übereinstimmende Resultate ergebe, wenn mehrere in derselben Weise ausgeführte Platten von der gleichen Wasserprobe angelegt werden. Ein solcher Mangel der Uebereinstimmung zwischen zwei Controlversuchen würde allerdings geeignet sein, das Vertrauen in die Methode zu erschüttern. Ich bin indessen durch eine grosse Anzahl von Versuchen, die ich mit Rücksicht auf diesen wichtigen Punkt angestellt habe, zu dem Resultat gelangt, dass bei Aufschwemmungen von zahlreichen Bacterienculturen und bei einer grossen Zahl von Wasserproben stets vorzügliche Uebereinstimmung zwischen zwei Controlversuchen erzielt wird, und dass demnach die Methode als solche genau und zuverlässig arbeitet. Aber bei einer anderen Kategorie von Wässern kommt es allerdings häufig zu ausserordentlichen Differenzen zwischen zwei und mehr Controlversuchen; offenbar liegt dies aber nicht an Fehlern der Methode, sondern an Eigenthümlichkeiten der untersuchten Wasserproben. Wie gut im Allgemeinen die Resultate der Plattenzählungen bei Aufschwemmungen von Reinculturen bestimmter Bacterienarten harmoniren, das geht zur Genüge aus den zahlreichen in den folgenden Tabellen mitgetheilten Doppelversuchen hervor. Abgesehen von einzelnen Fällen, bei denen ein Fehler bei der Ausführung mit Recht vermuthet werden darf, stimmen die gefundenen Werthe durchaus genügend überein; die Differenzen betragen durchschnittlich nur 5 bis 10 Procent, und nicht selten ist die Uebereinstimmung eine vollständigere.

Für Wasserproben werden häufig ebenso harmonirende Zahlen erhalten. Als Beispiel möchte ich nur eine Versuchsreihe anführen, bei welcher ich selbst für fünf Wasserproben Controlbestimmungen ausführte, während ich ausserdem für eine Probe von drei verschiedenen Beobachtern je drei Controlplatten herstellen liess. Die Resultate gehen ohne weitere Erklärung aus folgender Tabelle hervor:

	Wasser I.	Wasser II.	Wasser III.	Wasser IV.	Wasser V.
Erste Bestimmung	200	340	2260	11740	25940
Zweite Bestimmung	300	400	2400	11000	27520
Dritte Bestimmung	260	400	2200	—	—

Wasser VI.

	Dr. G.	Dr. D.	Dr. W.
Erste Bestimmung	1840	1760	1860
Zweite Bestimmung	1860	1780	1840
Dritte Bestimmung	1760	1460	1840

Der stärker abweichenden Zahl 1460 in der letzten Tabelle liegt vermuthlich ein Fehler bei der Ausführung — ein nicht ganz vollständiges Ausgiessen des Reagenzglases, ungenaues Abmessen der Probe oder dergl. — zu Grunde.

Wie erwähnt zeigten nun allerdings andere Wässer bei der Untersuchung der Bacterienzahl ausserordentlich starke Abweichungen der Controlplatten; nicht selten beobachtete ich Differenzen von 100 Procent und darüber. Aehnliche Incongruenzen sind auch von anderen Beobachtern gefunden, soweit dieselben Controluntersuchungen angestellt haben (vgl. Cramer l. c.). Da aber der Methode nach den oben mitgetheilten Resultaten nicht die Schuld an diesem schlechten Ausfall einzelner Controlversuche beigemessen werden kann, müssen wir die Ursache vermuthlich in der Art der Vertheilung der Bacterien in solchen Wässern suchen. Sobald neben isolirten Individuen zahlreichere grössere Verbände von Bacterien in einem Wasser enthalten sind, wird es namentlich leicht zu einer ungleichen Vertheilung kommen, weil die letzteren grössere Neigung haben, sich an den Wandungen und am Boden des Gefässes abzusetzen, weil ferner die Verbände beim Mischen mit der Nährgelatine in regellosem Wechsel bald in zahlreiche kleinere Gruppen zerfallen, bald dagegen zähe zusammenhalten werden, so dass die Zahl der in einer Probe enthaltenen und je einer Colonie zu Grunde liegenden Individuen und Gruppen völlig dem Zufall anheimgegeben ist.

Derartige Wässer geben aber selbstverständlich mit keiner der concurrirenden Methoden etwa bessere Resultate; sondern im Gegentheil sind bei diesen die entstehenden Abweichungen noch ungleich grösser. Vielmehr lässt sich bei Anwendung der Plattenmethode noch am ehesten ein vorläufig brauchbares Resultat erreichen dadurch, dass man sehr zahlreiche Controlplatten anlegt, was bei der Einfachheit der Methode rasch und leicht auszuführen ist. Man bekommt dann fast immer zwei oder drei gut harmonirende Resultate und aus diesen einen einigermaassen brauchbaren Durchschnittswerth, dem gegenüber man die stark abweichenden Zahlen als auf abnormer Vertheilung der Bacteriengruppen beruhend vernachlässigen muss. Eine völlig befriedigende Methode ist für diese schwer analysirbaren Wässer erst von der Zukunft zu erwarten.

b) Die Reagenzglasmethode ist nur eine Modification und Abkürzung des Koch'schen Plattenverfahrens. Die Wasserprobe wird der im Reagenzglas enthaltenen verflüssigten Nährgelatine zugefügt, mit dieser gemischt und durch Abkühlen zum Erstarren gebracht: nach einigen Tagen werden die entwickelten Colonieen gezählt. Diese Zählung ist aber ungleich schwieriger und ungenauer als in der auf Platten ausge-

gossenen Gelatine, und ausserdem ist die nähere Untersuchung und Diagnosticirung der einzelnen Colonien so gut wie unmöglich. Die Methode giebt deshalb viel weniger brauchbare Resultate als die Untersuchung mit Platten und ist im Allgemeinen nicht empfehlenswerth. — Das Verfahren ist in grösserer Ausdehnung zuerst von Angus Smith angewendet, jedoch zu einer Zeit, wo die Plattenmethode noch nicht hinreichend bekannt geworden war; hätte der leider zu früh verstorbene englische Analytiker die letztere gekannt, so würde er sicher deren erhebliche Vorzüge gewürdigt haben.

c) Die Fol-Dunant'sche Methode, welche sich eng an das von Miquel für die Luft- und Wasseruntersuchung empfohlene Verfahren anlehnt. Das Princip desselben besteht in Folgendem: Ein sehr kleiner Bruchtheil, z. B. $^1/_{100}$ oder $^1/_{1000}$ ^{ccm} des zu untersuchenden Wassers wird einem jeden von einer grösseren Anzahl (20 bis 50) mit Bouillon gefüllter Ballons oder Glasröhrchen hinzugefügt unter möglichsten Cautelen gegen den Zutritt fremder Bacterien. Um die mininale Probe abmessen zu können, ist selbstverständlich eine vorherige Verdünnung der Probe mit sterilisirtem destillirten Wasser im Verhältniss von 1:100 oder 1:1000 erforderlich; mit Beobachtung gewisser Vorsichtsmassregeln ist es auch statthaft, dem ganzen Quantum Bouillon auf einmal die entsprechende Menge Wasser zuzumischen und dann erst die besäte Bouillon in die Ballons zu vertheilen. Letztere verbleiben 2 bis 4 Wochen bei circa 35°; nach dieser Zeit findet sich entweder keines der Röhrchen getrübt; alsdann ist das Wasser bacterienfrei. Oder alle Röhrchen sind getrübt, dann ist in jedem zur Einsaat benutzten Hundertstel oder Tausendstel Cubikcentimeter des Wassers mindestens eine Bacterie enthalten, vielleicht aber zwei oder mehr; da man nicht ermitteln kann, durch wie viel Keime die Trübung eines Röhrchens entstanden ist, so ergiebt sich in diesem Fall, dadurch dass man einen Keim pro Röhrchen rechnet, nur eine Minimalzahl für den Bacteriengehalt, aber eine eigentliche quantitative Schätzung ist nicht ausführbar. — Oder drittens es ist nur ein Theil der Röhrchen getrübt, während die übrigen bacterienfrei geblieben sind; alsdann ist eine Berechnung der Zahl der Bacterien möglich unter der Voraussetzung, dass die Bacterien des Wassers einzelne Individuen darstellen und ganz gleichmässig vertheilt sind; unter dieser Voraussetzung ist es offenbar nicht denkbar, dass in eines der getrübten Röhrchen 2 oder mehr Keime gelangen, während daneben einige andere frei von Keimen bleiben; und man darf also so lange, als noch ein oder einige ungetrübte Röhrchen vorhanden sind, annehmen, dass jedes getrübte Röhrchen einen im Wasser enthaltenen Keim anzeigt.

Waren z. B. 50 Röhrchen mit je $^1/_{100}$ ^{ccm} Wasser beschickt, und werden

von diesen 50 30 trübe gefunden, so sind 30 Bacterien in 50 mal $^1/_{100}$ ccm = 0·5 ccm Wasser, also 60 Bacterien in 1 ccm enthalten. Allgemein berechnet sich die Zahl der Bacterien pro 1 ccm Wasser nach der Formel:

$$\frac{a\,q}{a_1} = \frac{1\cdot 0}{x}, \text{ folglich } x = \frac{a_1}{a.q},$$

wenn a die Anzahl der zum Versuch verwandten Röhrchen, q die zu jedem Röhrchen hinzugefügte Wassermenge, a_1 die Anzahl der getrübten Röhrchen bezeichnet.

Fol und Dunant haben diese von Miquel angegebene Methode dadurch zu verbessern gesucht, dass sie mit möglichster Sorgfalt einem Zutritt von fremden Keimen aus der umgebenden Luft begegnen. Sie füllen zu dem Zweck die sterilisirte Bouillon in eine graduirte Bürette von 100 ccm Inhalt, fügen dazu eine kleine gemessene Menge des zu untersuchenden Wassers, mischen gründlich und vertheilen nun die Mischung auf 25 bis 30 kleine Ballons; und zwar geschieht das Einfüllen in letztere und in die Bürette dadurch dass eine durchbohrte Troicart-ähnliche Stahlnadel durch den eigenthümlich construirten Watteverschluss der Gefässe hindurchgestossen wird, so dass jeder Contakt mit der Luft ausgeschlossen ist. (Statt der Watte benutzt Fol ausgesuchten, seidenartigen Asbest zur Herstellung der Verschlüsse.) — Bezüglich der Details der Ausführung muss ich auf die Fol'sche Mittheilung sowie auf Hueppe's Methoden verweisen; ich habe um so weniger Grund, auf die genaueren Vorschriften hier einzugehen, als die gesammten complicirten Vorsichtsmaassregeln, welche die Methode auf's äusserste erschweren, durchaus nicht als begründet erscheinen und grossentheils gegen einen imaginären Feind gerichtet sind. Jeder, der sich mit bacteriologischen Arbeiten befasst, macht bald die Erfahrung, dass in ruhiger, staubfreier Zimmerluft die Gefahr einer Verunreinigung durch Luftkeime relativ gering ist, und dass man nur im Anfang bei noch ungewandtem Manipuliren häufigere Verunreinigungen erlebt. In ungeübten Händen führen aber die complicirten Fol'schen Vorrichtungen sicher noch leichter zu Fehlversuchen, wie irgend eine der anderen einfacheren Methoden.

In der Gefahr der Verunreinigung durch Luftkeime liegt offenbar gar nicht die schwache und einer Besserung bedürftige Seite des Miquel-schen Verfahrens; sondern eine Fehlerquelle, welche die Brauchbarkeit der Methode völlig in Frage stellt, ist in jener für eine richtige Rechnung durchaus nothwendigen Voraussetzung gegeben, dass die Bacterien sich im Wasser als einzelne Individuen und im Zustand gleichmässigster Vertheilung finden. Schon aus den oben mitgetheilten Versuchen mit der Plattenmethode geht hervor, dass sehr häufig Verbände von Bacterien im Wasser existiren, und dass dieselben sich keineswegs gleichmässig durch die

ganze Flüssigkeit vertheilen. Die Grundlage der ganzen Rechnung ist demnach eine falsche. Der Fehler der daraus entsteht muss sich in gewissem Grade schon bei der Analyse der einzelnen Probe geltend machen; einige wenige zu viel oder zu wenig gezählte Keime können schon einen ziemlich erheblichen Procentsatz der sämmtlichen direct gezählten Keime ausmachen. Waren z. B. von 25 Röhrchen 20 getrübt, waren aber factisch in jene trübe Röhrchen ingesammt nicht 20 sondern 25 Keime gelangt, so resultirt daraus ein Fehler von 20 Procent. — Weit bedeutender macht sich aber der durch die ungleiche Vertheilung der Bacterien bedingte Fehler deshalb bemerkbar, weil eine so enorme Verdünnung des Wassers vorgenommen werden und die jedesmalige Probe so ausserordentlich klein gewählt werden muss. Offenbar werden sich die Differenzen der Vertheilung um so mehr ausgleichen, je grössere Proben des Wassers in Untersuchung gezogen werden. Daher ist auch mit der Plattenmethode, die mit der 10- und 100-fach grösseren Menge arbeitet; noch meist ein brauchbarer Durchschnittswerth zu erzielen; während der Rückschluss auf die wahre Beschaffenheit des Wassers um so unsicherer wird, je kleiner die entnommene Probe ausfällt.

Abgesehen von dieser völligen Unsicherheit der Grundlagen der Methode ist dieselbe ferner für die hygienische Praxis deshalb unbrauchbar, weil jeder einzelne Versuch erheblich zu viel Mühe und Zeit erfordert und weil das Resultat erst nach drei bis vier Wochen bekannt wird. Unverhältnissmässig viel Zeit und Mühe ist namentlich nothwendig für die Vorbereitung, Sterilisirung u. s. w. der 20 bis 50 Röhrchen, wozu in jedem einzelnen Fall stundenlange Arbeit erforderlich ist. Eine Ablesung vor Ablauf von drei bis vier Wochen ist unthunlich, weil eine Vermehrung von einer Bacterie aus bis zu einer deutlich wahrnehmbaren Trübung der Bouillon oft sehr lange Zeit in Anspruch nimmt; bei manchen Bacterien ist auch dann sogar die Trübung eine so minimale, dass nach einem anderen verlässlicheren Kriterium gesucht und eine mikroskopische Prüfung der verdächtigen Röhrchen vorgenommen werden muss. — Ein Misslingen des Versuchs endlich durch zu starke oder zu geringe Verdünnung der Probe passirt ausserordentlich häufig, sobald man es mit einem Wasser zu thun hat, dessen Bacteriengehalt völlig unbekannt ist. Selbst wenn man von vornherein den Versuch mit zwei oder drei verschiedenen Verdünnungen anstellt, erlebt man noch oft ein unverwerthbares Resultat, abgesehen davon, dass dann durch den Verbrauch an Gläsern, Bouillon etc. und durch den Zeitverlust die Methode den letzten Rest von praktischer Bedeutung verliert. Zur Zeit wo man von den Fehlresultaten Kenntniss erhält, ist es dann aber selbstverständlich zu spät, mit derselben Wasserprobe neue Versuche anzuzustellen, und die ganze Untersuchung muss daher als missglückt angesehen werden.

Eine für die Zwecke der hygienischen Praxis brauchbare Methode ist demnach die Fol-Dunant'sche Methode gewiss nicht. Fol und Dunant halten dieselbe trotzdem für die einzige, welche für die Bestimmung der Bacterienzahl im Wasser geeignet sei, obwohl sich nirgends eine Angabe darüber findet, dass sie eine grössere Zahl von Controlversuchen mit verschiedenen Wässern angestellt haben, um die Leistungsfähigkeit der Methode festzustellen. Sie erachten die Methode namentlich für weit zuverlässiger und brauchbarer als die Koch'sche Gelatinemethode, und verwerfen die letztere für die Zwecke der Wasseruntersuchung völlig, weil dieselbe nur einen kleinen Bruchtheil — 4 Procent — der thatsächlich im Wasser vorhandenen Bacterien zum Auswachsen kommen lasse. Diese Behauptung stützen Fol und Dunant auf ein vergleichendes Experiment mit beiden Methoden — aber in durchaus unberechtigter Weise; denn die zum Vergleich herangezogene Methode war nicht etwa die anerkannt leistungsfähige Plattenmethode, sondern das oben geschilderte, mit vielen Nachtheilen behaftete Reagenzglasverfahren; ausserdem versäumten sie es, verschiedene Versuche mit wechselnden Verdünnungsgraden anzustellen, wie es bei der Plattenmethode gebräuchlich ist, um unter allen Umständen eine gut zählbare Menge von Colonieen auf der Platte zu erhalten; ferner hielten sie die Reagenzgläser bei einer Temperatur von nur 12 bis 15°; und wählten für die Untersuchung ein möglichst ungünstiges Object, nämlich ein Wasser mit zahlreichen verflüssigenden Bacterien, die eine länger festgesetzte Beobachtung und Zählung unmöglich machten.

Fol und Dunant erklären sich die geringe Zahl von Colonieen, welche sie mit diesem Zerrbild der Gelatine-Plattenmethode erhielten, durch die Annahme, dass zahlreichste Bacterien bei der niederen Temperatur, in welcher die Gelatine gehalten werden müsse, sowie bei dem „Abschluss des atmosphärischen Sauerstoffs" nicht zu wachsen vermögen, und dass ferner auch alle die Bacterien zu einer Entwicklung unfähig seien, „welche nicht die Gelatine in ihrer Umgebung verflüssigen können". — Die völlige Unkenntniss der angegriffenen Gelatinemethode und die unrichtigen Anschauungen über die biologischen Eigenschaften der Bacterien, welche sich in dieser Auffassung aussprechen, führen die Verfasser zu folgendem emphatischen Endurtheil: „Les gelées ont leur emploi dans les cultures spéciales, mais nous tenons à déclarer hautement, que nous ne comprenons pas quo'n puisse prétendre déterminer par ce moyen le nombre des germes vivants que contient un volume donné d'air ou d'eau . . . . . Bien loin d'ètre un progrès, cette méthode serait un recul si l'on persistait à en faire l'application à ce genre spécial de recherches."

Obwohl die aufgezählten Bedenken die Miquel'sche Methode von

vornherein als ungeeignet zur fortlaufenden Untersuchung und Zählung der Wasserbacterien erscheinen lassen und obwohl jener einzige vergleichende Versuch Fol-Dunant's kaum einer Nachprüfung bedarf, habe ich dennoch eine grössere Anzahl von Versuchen mit dieser Methode angestellt. Ich habe mich aber nur überzeugen können, dass dieselbe in der That für die Zwecke der Wasseruntersuchung völlig unbrauchbar ist. Der grössere Theil meiner Versuche missglückte, weil der richtige Grad der Verdünnung über- oder unterschritten wurde; und selbst im Fall des Gelingens wurde der Verbrauch an Zeit und Mühe in keiner Weise durch das nach Wochen erhaltene, immer sehr unsichere Resultat gelohnt. — Ferner habe ich theils mit Proben eines mir bekannten Wassers, theils mit Aufschwemmungen von Reinculturen bestimmter Bacterien einige vergleichende Versuche zwischen der Plattenmethode und dem Miquel'schen Verfahren angestellt, und habe bei dieser Gelegenheit eine weitere Controle des letzteren dadurch bewirkt, dass ich die verdünnten Wasserproben ausser in eine grössere Zahl von Gläsern mit Bouillon, auch noch in die entsprechende Zahl mit festem Nährboden (mit Nährgelatine) gefüllter Gläser hineinbrachte. In letzteren liess sich die Zahl der in jedes einzelne Glas gelangten Keime direct aus den isolirt entwickelten Colonieen entnehmen, und ich konnte so auf's sicherste constatiren, ob wirklich eine völlig gleichmässige Vertheilung der Bacterien auf die einzelnen Gläser stattgefunden hatte. — Einige dieser vergleichenden Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; ich habe auch drei von den Versuchen hinzugefügt, bei welchen alle Bouillonröhrchen getrübt waren und bei welchen also die quantitative Bestimmung nach Miquel nicht ausführbar war; denn gerade in diesen Versuchen war zu einer Controle über die Gleichmässigkeit der Vertheilung die beste Gelegenheit gegeben.

Aus den mitgetheilten Zahlen geht hervor, dass zwar zuweilen eine gleichmässige Vertheilung der Bacterien vorliegt (Versuch 2, 1 und event. 6), dass aber andererseits die Vertheilung eine sehr ungleichmässige sein kann, und dass auch Controlbestimmungen desselben Wassers oft erheblich differiren. Demnach sind die oben erhobenen Bedenken gegen die Leistungsfähigkeit des Miquel-Fol'schen Verfahrens vollauf begründet. Sobald die Vertheilung der Bacterien im Wasser ungleichmässig ist, wird die Miquel'sche Berechnung mit bedeutenden Fehlern behaftet; liegt eine gleichmässige Vertheilung vor, so leistet die Methode in jeder Beziehung nicht mehr, sondern nur weniger als die Plattenmethode, und ist dabei praktisch unbrauchbar wegen ihrer Complicirtheit und der späten Gewährung der Resultate. Für alle im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen habe ich mich daher ausschliesslich der Plattenmethode bedient.

Bezeichnung des Wassers resp. der zur Aufschwemmung benutzten Bacterienart.	Nach Koch's Platten-Methode. Zahl der Colonieen pro 1 ccm	Menge des jedem Glase zugefügten Wassers	Nach dem Verfahren von Miquel-Fol-Dunant. Gläser mit Bouillon: Gesammtzahl der Gläser.	Gläser mit Bouillon: Zahl der getrübten Gläser.	Gläser mit Bouillon: Demnach Zahl der Bacterien pro 1 ccm	Gläser mit Nährgelatine: Gesammtzahl der Gläser	Gläser mit Nährgelatine: Zahl der gewachsenen Colonieen.	Gläser mit Nährgelatine: Demnach Zahl der Bacterien pro 1 ccm	Vertheilung der Bacterien auf die einzelnen Gläser
Brunnenwasser	80,000	0,00001 ccm	27	19	70,400	27	48	180,000	21×2; 6×1
Aufschwemmung von Bac. erythrosporus	140,000	0,000002 ccm	27	10	185,000	27	8	148,000	8×1
Leitungswasser	200	0,01 ccm	25	25	mehr als 100	25	245	890	1×5; 3×6; 2×8; 3×9; 8×10; 3×11; 2×12; 2×13; 1×16.
Leitungswasser (gestanden)	3500	0,01 ccm	27	27	mehr als 100	27	400	1,485	2×9; 4×11; 4×15; 2×16; 10×17; 2×18; 2×20
Aufschwemmung von Micr. aquat.	408,000	0,0001 ccm	25	25	mehr als 10,000	25	580	232,000	1×20; 1×21; 4×23; 3×24; 15×25

II. Ueber einige biologische Eigenthümlichkeiten der im Wasser vorkommenden Bacterien.

Von vornherein lassen sich ebensowohl Gründe für die Möglichkeit anführen, dass im Wasser ein stets wechselndes Gemenge von Bacterien enthalten ist, wie dafür, dass vorzugsweise einige bestimmte Arten durch häufigeres Vorkommen im Wasser ausgezeichnet sind. Ein nach Ort und Zeit vielfach variirendes Gemenge werden wir namentlich dann erwarten müssen, wenn das Wasser ein indifferentes Transportmittel für alle Bacterien darstellt, das immer nur das enthält, was es gerade aus dem Boden, aus der Luft, aus dem Brunnenschacht etc. aufgenommen hat. Dagegen werden wir gewissen Arten häufiger begegnen, wenn etwa einigen Bacterien eine Vermehrung im Wasser gestattet ist, so dass sie als eigentliche Wasserbewohner anderen im Wasser nicht vermehrungsfähigen Arten gegenüberstehen.

Schon bei einer relativ geringen Erfahrung in bacteriologischen Wasseruntersuchungen kann man diese Frage in letzterem Sinne entscheiden. Sehr oft treten zahlreiche unter sich gleiche Colonieen auf den Platten auf, die derselben Bacterienart angehören; die nämlichen Arten wiederholen sich bei vielen verschiedenen Wässern, und es fällt bald auf, dass sie sich um so zahlreicher und in geradezu erdrückender Majorität zu zeigen pflegen, sobald die Wasserproben nicht ganz frisch, sondern erst einige Zeit nach der Entnahme zur Untersuchung gelangen.

Derartige Beobachtungen wurden zuerst mitgetheilt von Cramer in seiner vortrefflichen Arbeit über die Züricher Wässer. Cramer sprach mit Bestimmtheit die Vermuthung aus, dass in der That gewissen Bacterienarten die Fähigkeit zukomme, sich im Wasser zu vermehren. Er fand, dass in stehendem Züricher Brauchwasser die Zahl der Bacterien innerhalb weniger Tage auf das 2700fache zugenommen hatte, und dass, nachdem die Vermehrung ein Maximum erreicht hatte, eine allmähliche Abnahme eintrat; mit dieser ging dann ausserdem noch ein Absetzen der Bacterien parallel, das zu einer vorwiegend starken Verringerung der Bacterienzahl in den oberen Schichten des ruhig stehenden Wassers führte. Cramer experimentirte ferner mit enorm verdünnten Nährlösungen, die durch Verdünnen einer Nährgelatine von genau bestimmtem Gehalt an organischen Stoffen bereitet war und nur $^1/_{100\,000}$, resp. $^1/_{1\,000\,000}$ gelöste organische Substanz enthielt; und auch wenn diese dünnsten Lösungen mit einer Spur des Züricher Brauchwassers inficirt wurden, konnte eine Vermehrung der eingebrachten Bacterien auf mehr als das 10000fache constatirt werden.

Nach Abschluss meiner Untersuchungen ist ferner eine weitere Bestätigung der Cramer'schen Resultate bekannt geworden. Leone fand die-

selbe bei der Untersuchung des Münchener Leitungswassers. Während das frische Wasser nur 5 Bacterien im Cubikcentimeter enthielt, kamen nach fünf Tagen ruhigen Stehens der Probe etwa 500 000 auf 1 ccm. Durch vergleichende Versuche mit CO_2-haltigem Wasser kam Leone zu dem Schluss, dass die Gegenwart der CO_2 der Grund ist, weshalb im frischen Wasser so relativ wenig Bacterien enthalten sind, und dass das Entweichen der CO_2 beim Stehen des Wassers die Vermehrung der Bacterien ermöglicht.

Ich habe es für wünschenswerth erachtet, die Frage nach der Vermehrung der Bacterien im Wasser etwas eingehender zu studiren, da sie sowohl von allgemeinem biologischen Interesse ist, als auch speciell für die Untersuchung und Beurtheilung des Trinkwassers grosse Bedeutung hat.

Zunächst controlirte ich für eine Reihe verschiedener, längere Zeit bei 22° ruhig stehender Wässer die Zu- und Abnahme des Bacteriengehalts; ich fand dabei, dass zwar in der Mehrzahl der Fälle eine sehr erhebliche Vermehrung der Bacterien eintritt, dass dieselbe aber quantitativ trotz gleicher Aussenbedingungen sehr verschieden ausfällt, und bei manchen Wässern in kaum merklicher Weise zur Beobachtung kommt. Die folgende Tabelle möge dies erläutern:

Zahl der Colonieen pro 1 ccm.

Bezeichnung des Wassers.	Gleich n. d. Entnahme.	Nach 24—36 Stunden	Nach 2—4 Tagen.	Nach 5—10 Tag.	Nach 10—20 Tag.	Nach 20—30 Tag.
Brunnen Nr. 1	2860 3600	unzähl.	—	—	—	—
„ „ 2	2000 1900	—	54000 52440	—	—	—
„ „ 3	4032 3916	—	—	75000 75000	—	—
„ „ 4	220 240	14720 15100	—	—	—	—
„ „ 5	2660 400	12000 13260	—	—	—	580 480
„ „ 6	1260 1720	18660	27600 24640	35000 40000	—	4600 4800
„ „ 7	52 60	220	200 280	600 610	—	—
„ „ 8	1040 1100	64280	—	—	—	10660
„ „ 9	4940 2360	—	80000	—	8960 7360	—
„ „ 10	4200 4740	—	—	2300 2000	6240	—
„ „ 11	2550	—	—	2700 2000	3260	—

Bezeichnung des Wassers.	Gleich n. d. Entnahme.	Nach 24—36 Stunden.	Nach 2—4 Tagen.	Nach 5—10 Tag.	Nach 10—20 Tag.	Nach 20—30 Tag.
Brunnen Nr. 12	2464 2200	—	—	1600	5000 5400	—
„ „ 13	180 250	—	—	40 26	—	—
Quellwasser 1	1800 1340	—	9840 10920	—	5400 6400	—
„ 2	40	—	540 480	4940 6400	1000 900	—
Wasserleitung (Quellwasser).	90	—	15120	4200	—	—

Die meisten Versuche ergeben somit eine starke und rasche Zunahme, die innerhalb der ersten 36 Stunden am stärksten ansteigt und dann sich langsamer bis zum dritten, sechsten oder auch wohl zehnten Tag hebt; von da ab pflegt dann ein sehr allmähliches Absinken einzutreten. Bei einigen Wässern erscheint die Zunahme verspätet und in geringerem Maasse und bei den Brunnen 10, 11, 13, 16 findet schon innerhalb 5 bis 10 Tagen eine Abnahme statt.

In allen in der Tabelle verzeichneten Versuchen ist die Vermehrung nicht in dem Grade ausgesprochen, wie dies zu anderen Zeiten beobachtet wird, weil fast durchweg schon ein sehr hoher Anfangsgehalt an Bacterien gefunden wurde; derselbe war wesentlich in der Jahreszeit (Juli) begründet, deren bedeutender Einfluss später zu erörtern ist.

Ueber die Vermehrung bei 22° innerhalb der ersten Stunden nach der Entnahme des Wassers giebt folgende Tabelle Aufschluss:

Zahl der Colonieen pro 1 ccm.

Bezeichnung des Wassers.	Gleich n. d. Entnahme.	Nach 3 Stunden.	Nach 6 Stunden.	Nach 12 Stunden.	Nach 24 Stunden.
Brunnen 14	800 880	2100 1800	—	—	—
„ 15	5400 5400	—	11800 10000	12240 13020	20400 25600
„ 16	5800 5000	—	15400	52640	76800
Quellwasser 3	60	—	50	160	7100
Teichwasser	160 240	—	—	3600 3800	16000
Wasserleitung	20	—	—	—	—

Die Verringerung der Bacterienzahl nach Ablauf mehrerer Tage ist in den vorstehenden Versuchen nicht etwa durch ein Absetzen der Bacterien auf den Boden und an die Wandungen der Gefässe bedingt; denn die letzteren wurden vor den späteren Probenahmen kräftig durchgeschüttelt. Die Verringerung ist vielmehr nur durch ein theilweises Zugrundegehen der Bacterien oder etwa durch ein Zusammenlagern zahlreicher Individuen zu grösseren Verbänden erklärbar.

Dass in völlig ruhig stehenden Gefässen ausserdem meistens ein Absetzen der Bacterien stattfindet, so dass die oberen Schichten bacterienfreier werden, geht aus der folgenden Tabelle hervor. Bei den derselben zu Grunde liegenden Versuchen wurden hohe Cylinder mit dem Wasser gefüllt und bei niedriger Temperatur gehalten. Vom Boden der Gefässe wurden die Proben mit sehr langen, verschlossen eingeführten Pipetten entnommmen. — Die verschiedenen Proben hatten zunächst zwei bis drei Tage bei 22° gestanden, um eine Vermehrung der Bacterien und in Folge dessen stärkere Ausschläge zu erzielen. — In einem Versuch weist die oberflächliche Schicht mehr Bacterien auf, als die Tiefe und die Mitte; vermuthlich kommt eine solche Vertheilung dadurch zu Stande, dass schwimmende Flocken die Bacterien an die Oberfläche führen.

Zahl der Colonieen pro 1^{ccm}.

	Von der Oberfläche.	Aus der Mitte.	Vom Boden.
Probe 1 nach 20 stündigem Stehen	2120 2240	—	48460 44980
„ 2 nach 24 Stunden	23760 24000	7320 7200	13060 14000
„ 3 nach 2 Tagen	11740 11140	—	25940 27520
„ 4 nach 3 Tagen	1720 2040	—	1920 1200
„ 5 nach 4 Tagen	2280 3840	—	9580 10540

Drei andere Wasserproben wurden ferner nach einem Zeitraum von sieben Monaten untersucht; in allen dreien fanden sich so gut wie keine Bacterien (1 bis 2 Col. pro Platte, die nicht mit Sicherheit dem Wasser zugeschrieben werden konnten); eine Untersuchung nach kräftigem Durchschütteln ergab dagegen zwischen 540 und 760 Col. pro 1^{ccm}.

Ein Einwand könnte trotz aller dieser übereinstimmenden Versuchsresultate gegen die Anerkennung einer wirklichen Vermehrung der Bacterien im Wasser erhoben werden: es wäre denkbar, dass die Zunahme der Zahl der Colonieen in späterer Zeit nur dadurch bedingt wird, dass sich

Verbände von Bacterien allmählich zu einzelnen Individuen auflösen; da eine Colonie ebensowohl aus einer ganzen Gruppe wie aus einem Einzelindividuum hervorgehen kann, würde eine solche Auflösung von Verbänden geradeso zu einer grösseren Zahl von Colonieen Anlass geben, wie eine wirkliche Vervielfältigung der Bacterien. — Um diesem Einwand zu begegnen, der übrigens schon dadurch hinfällig wird, dass sich die Zunahme der Bacterienzahl durchaus abhängig zeigt von der Temperatur, stellte ich folgenden Versuch an: ich liess in einer Wasserprobe zunächst die Bacterienzahl den Höhepunkt erreichen, was für die betreffende Probe etwa am zehnten Tag der Fall war; ich durfte annehmen, dass eine etwaige Auflösung von Verbänden dann ihr Ende erreicht hatte, so zwar, dass weitere theilbare Gruppen nicht mehr vorhanden waren; brachte ich von solchem Wasser eine kleine Menge in frisches sterilisirtes Wasser, so durfte in diesem keine weitere Zunahme der hineingebrachten Bacterien stattfinden, falls nur eine Auflösung der Verbände vorlag. Dagegen musste in dem frischen Wasser dieselbe kolossale Vermehrung innerhalb der nächsten zehn Tage eintreten, wie in der ersten Probe, wenn eine Neuerzeugung von Individuen, eine wirkliche Vervielfältigung der Bacterien im Wasser die Ursache der Zunahme der Colonieenzahl war.

Die Versuche fielen entschieden in letzterem Sinne aus. Zu 10 ^{ccm} sterilisirten Wassers der Wasserleitung fügte ich 0·1 ^{ccm} einer Wasserprobe, die zehn Tage bei 22° gestanden hatte. Die sofortige Analyse der hergestellten Mischung ergab 20 Col. pro 1 ^{ccm}. Nach zehntägigem Stehen wurde abermals eine Zählung der Bacterien bewirkt; dieselbe ergab 72000 Col. pro 1 ^{ccm}. Bei einer Wiederholung des Versuchs fügte ich nur 0·05 ^{ccm} des gestandenen Wassers zu 10 ^{ccm} frischen sterilisirten Wassers; letzteres ergab dann 45 Col. pro 1 ^{ccm}; nach zehntägigem Stehen dagegen eine unzählige Menge.

Wenn es somit als sicher erwiesen angesehen werden muss, dass ein **Wachsthum und eine Vermehrung von Bacterien im Wasser** stattfinden kann, so haben wir an diese Erkenntniss eine Reihe weiterer Fragen anzuknüpfen, welche die näheren Bedingungen betreffen, unter denen diese merkwürdigen Bacterien im Wasser leben. Für das weitere Studium ist es aber offenbar zunächst erforderlich, die im Wasser vermehrungsfähigen Bacterienarten in Reincultur zu isoliren und dann erst zu Experimenten zu verwenden. Nur unter dieser Voraussetzung werden wir im Stande sein, die Fragen nach dem Einfluss der chemischen Wasserbeschaffenheit, der Temperatur, des Luftzutritts u. s. w. auf die Entwicklung der Wasserbacterien in befriedigender Weise zu beantworten.

Ich habe daher eine grössere Zahl der im Wasser vorkommenden Bacterien isolirt gezüchtet und habe namentlich diejenigen cultivirt, die sich

in einige Zeit gestandenem Wasser in hervorragender Menge zu finden pflegen. Von den so erhaltenen Reinculturen habe ich Spuren zu sterilisirten Proben von Wasser zugesetzt und durch Anlegen von Platten kurz nach dem Zusatz und nach mehrtägigem Stehen ermittelt, ob und in welchem Grade eine Vermehrung der betreffenden Art im Wasser stattfindet. — Unter 16 häufiger vorkommenden isolirten Arten habe ich bis jetzt 6, und zwar 4 Mikrokokken- und 2 Bacillenarten gefunden, welche sich im Wasser lebhaft vermehren. Ich werde bei einer späteren Gelegenheit eine genauere Beschreibung dieser Arten geben; vorläufig seien nur zwei derselben specieller erwähnt, denen ich oft in enormer Anzahl begegnet bin, die offenbar in unserer ganzen Umgebung ausserordentlich verbreitet sind, und in den meisten Wässern — wenigstens aus hiesigem Orte — am stärksten in den Vordergrund treten.

Der erste dieser Pilze ist ein kleiner Micrococcus, dem der Name Micr. aquatilis beigelegt werden möge. Er stellt im mikroskopischen Präparat sehr kleine sich zu unregelmässigen Haufen gruppirende Kokken dar, die morphologisch wenig Charakteristisches bieten. Auf den Gelatineplatten bildet er runde, porcellanweisse, flach gewölbte Colonieen. Bei schwacher Vergrösserung erscheinen die jungen in der Tiefe liegenden Colonieen rundlich, mit rauhem, gezähneltem Contur, maulbeerförmig, von hellgelblicher Farbe. Sobald die Colonie an die Oberfläche durchgebrochen ist, breitet sie sich stärker aus und erscheint nun unter dem Mikroskop mit kreisförmigem scharfem Contur, einer schmalen homogenen Randzone und einem eigenthümlich gezeichneten Inneren; von einem dunkelen Centrum strahlt ein System von Furchen aus, welches kleine rhombische unregelmässige Inselchen zwischen sich schliesst, so dass das ganze Bild an die schematische Zeichnung von dem Durchschnitt eines Leberacinus erinnert.

Der zweite Pilz ist der Bacillus erythrosporus, bezüglich dessen ich auf die Beschreibung in C. Flügge, Mikroorganismen, 2. Auflage 1886, verweisen kann. Die röthlich schimmernden Sporen, sowie die ohne Verflüssigung der Gelatine erfolgende Production grünlichen Farbstoffs charakterisirt den Bacillus unter dem Mikroskop und in Culturen so gut, dass er ganz besonders für Laboratoriumsversuche geeignet erscheint.

Für diese Pilze suchte ich zunächst die Vermehrung in Wasser völlig sicherzustellen und suchte auch von vornherein dem Einwand zu begegnen, als ob es sich dabei vielleicht nur um ein Auflösen von Gruppen von Bacterien handele. Erstens überzeugte ich mich, dass die Menge der in das sterilisirte Wasser hineingebrachten Bacterien für die schliesslich erhaltene Zahl von Bacterien gleichgültig sei. Ich stellte

eine Aufschwemmung von M. aquatilis und von B. erythrosporus her; inficirte mit einem Tropfen dieser Aufschwemmung ein Röhrchen mit 10 ccm destillirten Wassers, entnahm dann diesem Röhrchen einen Tropfen zur Infection eines zweiten, und übertrug aus dieser bereits sehr verdünnten Mischung einen Tropfen in ein drittes Röhrchen. Sofort nach der Bereitung, dann nach 24, 48 und 72 Stunden wurden alle drei Röhrchen untersucht: die folgende Tabelle zeigt, dass die schliessliche resultirende Bacterienzahl bei allen Röhrchen gleich gross ausfiel, und dass bei den mit geringsten Mengen geimpften Gläsern höchstens eine kleine zeitliche Verschiebung des Maximums stattgefunden hatte. Dies Ergebniss konnte nur bei einer wirklichen Vermehrung der Bacterien auf Kosten der im Wasser enthaltenen Nährstoffe zu Tage treten.

	Sofort nach der Misch.	Nach 24 Stunden	Nach 48 Stunden	Nach 72 Stunden
Microc. aquatilis, Aufschwemmung	unzählig	unzählig	unzählig	unzählig
„ „ erste Verdünnung	unzählig	„	„	„
„ „ zweite Verdünnung	5400 5320	„	„	„
Bacillus erythrosp. Aufschwemmung	unzählig	„	„	„
„ „ erste Verdünnung	33800 34200	—	„	„
„ „ zweite Verdünnung	20	—	7200 10000	„

Zweitens war für eine wirkliche Vervielfältigung der Bacterien ein Versuch beweisend, bei welchem ich contrentrirtere und verdünntere Aufschwemmungen beider Bacterien das eine Mal bei + 22° im Brütofen, das andere Mal bei + 1° im Eisschrank, in einer dritten Reihe bei + 6° aufbewahrte.

Ich erhielt dabei folgende Zahlen:

Zahl der Colonieen pro 1 ccm.

	Bei + 1°.			Bei + 22°.		
	Sofort	Nach 48 St.	Nach 72 St.	Sofort	Nach 48 St.	Nach 72 St.
Micrococc. aquatilis	800 1400	3420 4000	820 580	—	unzählig	unzählig
Bacill. erythrosporus, conc. Aufschwemmung	unzählig	60000 64600	—	unzählig	„	„
Bacillus erythrosporus, verdünnte Aufschwemmung	4020 3500	5000 4000	2700 2700	3400 3800	„	„
Bacillus erythrosporus, verdünnte Aufschwemmung	—	5880 4160	2000 2520	4000 3800	192000	„

Für die bei + 6° (im Keller) conservirten Aufschwemmungen erhielt ich folgende Werthe.

	Frisch	Nach 3 Tagen	Nach 6 Tagen	Nach 14 Tagen
Micrococcus aquatilis-Aufschwemmung	20	320 240	2000 2160	—
Bacill. erythrosporus-Aufschwemmung	20	—	80 80	11400 10200

Während demnach bei 0° nur eine Abnahme der Bacterienzahl zu constatiren ist, zeigen beide Versuchspilze bei höherer Temperatur starke Vermehrung; und zwar ist diese, wie aus der letzten Tabelle hervorgeht, bereits bei der relativ niederen Temperatur von + 6° deutlich ausgesprochen. Aus einigen bei + 15° angestellten Versuchen war schon kaum mehr eine zeitliche Verschiebung der maximalen Vermehrung zu entnehmen.

Drittens habe ich wie oben mit dem zufälligen Gemenge von Bacterien, das sich im Wasser findet, so auch mit den Reinculturen beider Pilze fortgesetzte Uebertragungen in sterilisirtes destillirtes Wasser versucht. Von einer Aufschwemmung aus wurden zwei Röhrchen, die 10 ccm Wasser enthielten, inficirt; in einem derselben wurde gleich, in dem zweiten nach drei Tagen die Bacterienzahl ermittelt; gleichzeitig mit der letzteren Bestimmung wurde wiederum ein Tropfen aus dem drei Tage gestandenen Röhrchen in zwei neue Röhrchen mit sterilisirtem destillirtem Wasser (10 ccm) übertragen, und wiederum für das eine gleich, für das andere nach dreitägigem Stehen die Bacterienzahl bestimmt. Von letzterem Röhrchen wurde eine dritte Uebertragung in destillirtes Wasser vorgenommen und so fort, bis eine siebente Verdünnung erhalten war. Wie aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich, wird bei jeder Verdünnung ganz in gleicher Weise derselbe Grad der Vermehrung erzielt.

Zahl der Colonieen pro 1 ccm.

	Frisch	Nach 3 Tagen
Micrococcus aquatilis, zweite Verdünnung	260 180	unzählig
„ „ dritte „	14000 15860	„
„ „ vierte „	72000	„
„ „ fünfte „	9000 8400	„
„ „ sechste „	1480 1460	„
„ „ siebente „	4000 4400	„

Zahl der Colonieen pro 1 ccm.

	Frisch	Nach 3 Tagen
Bacillus erythrosporus, zweite Verdünnung	600 400	unzählig
„ „ dritte „	4200 4600	„
„ „ vierte „	13300 12000	„
„ „ fünfte „	10570 12400	„
„ „ sechste „	14000 13300	„
„ „ siebente „	6380 8320	„

Demnach dürfen wir es als sicher erwiesen ansehen, dass wirklich eine enorme Neuproduction von Individuen bei dem Leben des M. aquatilis und des B. erythrosporus im Wasser stattfindet.

Diese Thatsache gestaltet sich noch auffälliger durch eine Erfahrung, welche wir gleichfalls bereits aus den vorstehenden Versuchen entnehmen können: dass nämlich die Qualität des Wassers und sein Gehalt an organischen und anorganischen Stoffen für die Vermehrung der betreffenden Bacterien indifferent erscheint. Schon früher haben Roth u. A. darauf hingewiesen, dass der Bacteriengehalt verschiedener Wässer durchaus nicht parallel geht mit dem Gehalt an irgend einem der bei der üblichen Analyse bestimmten chemischen Bestandtheile. Auch ich habe vor Beginn dieser Versuchsreihe vielfach den Chamäleonverbrauch, den Kochsalzgehalt u. s. w. von Trinkwässern bestimmt und mit der Menge der Bacterien verglichen; aber ich habe dabei so häufige und so starke Differenzen gefunden, dass eine gesetzmässige Beziehung zwischen beiden sich nicht entdecken liess. Schon der Umstand, dass der Bacteriengehalt des gleichen Wassers in deutlicher Weise nach der Jahreszeit, nach äusseren Verhältnissen, nach dem Grad der Benutzung des Brunnens u. s. w. ausserordentlich schwankt, während der Gehalt an gelösten organischen und anorganischen Stoffen relativ stabil bleibt, macht eine Uebereinstimmung beider Analysen völlig unwahrscheinlich.

Auf das entschiedenste ist die Indifferenz der chemischen Beschaffenheit des Wassers für die beiden Versuchspilze dadurch erwiesen, dass die Versuche über die Vermehrung derselben, und speciell auch die in der Tabelle auf S. 96 wiedergegebene Versuchsreihe, bei welcher von einer Wassercultur fortgesetzt in neues Wasser überimpft wurde, mit reinem destillirten Wasser angestellt wurden. Um ganz sicher alle löslischen Stoffe zu eliminiren, wurde sogar das destillirte Wasser durch

nochmalige Destillation mittelst eines nur aus Glas bestehenden Apparates gereinigt; und dennoch wuchsen und vermehrten sich die beiden Bacterien in diesem Wasser genau so gut, wie in irgend einem sog. schlechten, an gelösten Stoffen reichen Wasser.

Die Versuche wurden sogar noch weiter getrieben dadurch, dass ein solches destillirtes Wasser, nachdem es den Bacterien zu einer maximalen Vervielfältigung gedient hatte, sterilisirt und von neuem mit einer kleinen Menge der Bacterien besät wurde; dann, nachdem wiederum maximale Vermehrung eingetreten, wurde dasselbe Röhrchen mit destillirtem Wasser von Neuem sterilisirt und besät, und so fort; jedesmal wurden gleich nach der Einsaat und drei Tage später — zur ungefähren Zeit der maximalen Vermehrung — Platten angelegt und die Bacterien gezählt. Bei einer sechs Mal in solcher Weise wiederholten Einsaat war das nämliche destillirte Wasser immer wieder im Stande, den Bacterien das Material zu der ungefähr gleichen kolossalen Vermehrung zu bieten.

Folgende Tabelle möge dies illustriren:

10 ccm destillirtes Wasser besät mit Microc. aquatilis.

	Zahl d. Colonieen pro 1 ccm	
	frisch	nach 3 T.
Dieselben 10 ccm nach 3 Tagen sterilisirt und zum 2. Mal besät.	17000 16000	unzählig
„ „ „ 3. Mal „	4400 5000	„
„ „ „ 4. Mal „	6000 5680	„
„ „ „ 5. Mal „	18000 5402	„
„ „ „ 6. Mal „	22410 24200	„

10 ccm destillirtes Wasser besät mit Bacillus erythrosporus.

	Zahl d. Colonieen pro 1 ccm	
	frisch	nach 3 T.
Dieselben 10 ccm nach 3 Tagen sterilisirt und zum 2. Mal besät.	2600 2800	unzählig
„ „ „ 3. Mal „	1200 1100	„
„ „ „ 4. Mal „	800 800	„
„ „ „ 5. Mal „	3000 2600	„
„ „ „ 6. Mal „	8800 10000	„

Versuchen wir diese frappirende Erscheinung zu erklären, so haben wir uns wohl vor Allem daran zu erinnern, welch' enorm kleine absolute Masse selbst eine kolossale Zahl von Bacterien repräsentirt, und welch' minimale Stoffmengen zum Aufbau dieser Masse nothwendig sind. In den 10 ccm destillirten Wassers der letzterwähnten Versuchsreihe mögen etwa 20 Millionen Bacterien (pro 1 ccm 2 Millionen) enthalten gewesen sein; diese repräsentiren, wenn man den Durchmesser von 1 μ und ein specifisches Gewicht von 1 zu Grunde legt, ein absolutes Gewicht von 1/100 mgr, d. h. eine für keine unserer Messmethoden bestimmbare Quantität. Die Untersuchung mittelst des Culturverfahrens, bei welchem aus jedem Individuum eine deutlich sichtbare, massige Colonie hervorwächst, erweckt leicht die falsche Vorstellung, als ob es auch in der untersuchten Flüssigkeit sich um eine der Masse nach immerhin merkliche und wägbare organisirte Substanz handeln müsse; aber die Culturmethode ist eben ein enorm viel empfindlicheres Reagens als wir es sonst gewohnt sind, so dass wir durch den starken optischen Eindruck der schliesslich resultirenden Colonieen leicht über die absolute Grösse des eigentlichen Objects getäuscht werden. — So viel organische und anorganische Substanz, wie nach obiger Berechnung zur Deckung der Masse der im Wasser entwickelten Pilze erforderlich ist, kann sehr wohl auch im reinsten destillirten Wasser enthalten sein; sie kann durch wenige Staubfäserchen, durch Kohlenwasserstoffe, die an den Wandungen haften u. s. w., hineingebracht werden. Was uns aber bei den im Wasser vermehrungsfähigen Pilze besonders auffallen muss, ist das, dass dieselben bezüglich der Qualität ihrer Nährstoffe so wenig wählerisch sind und offenbar mit einfachstem und heterogenstem Material den Aufbau ihres Körpers leisten können. Darin unterscheiden sie sich bedeutend von anderen Bacterien, welche quantitativ vielleicht kaum mehr consumiren, aber die Nährstoffe in besonderer Qualität und in bestimmter Concentration beanspruchen. Für die Wasserbacterien darf die Besshaffenheit der Nahrung ersichtlich in den weitesten Grenzen schwanken, sie gedeihen ebensowohl auf Nährgelatine und Kartoffeln, wie in scheinbar nährstofffreien Flüssigkeiten.

Ferner ist zur Erklärung des wiederholten Auswachsens der betreffenden Bacterien in dem nämlichen Wasser der Umstand heranzuziehen, dass bei dem Stoffwechsel der Bacterien ausser der CO_2 keine eigentlichen Excrete gebildet werden, die nicht wieder zur Ernährung verwendbar sind; namentlich die stickstoffhaltigen Körper können offenbar immer wieder zerlegt und dann mit anderen Atomcomplexen von Neuem verbunden werden, so dass für den N-Umsatz der Bacterien eine N-Zufuhr nur in sehr geringem Grade nöthig erscheint. Es bleibt somit wesentlich nur für die Neubildung von Körpersubstanz eine Beschaffung von N-Substanz erforder-

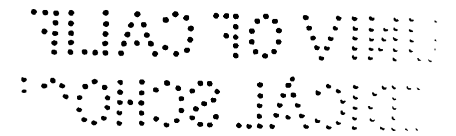
lich, und auch an der Deckung dieses Postens kann vermuthlich noch gespart werden, dadurch dass die abgestorbenen Individuen immer wieder verwerthbares Material zur Verfügung stellen. Dieser letztere Vorgang wird namentlich auch bei den obigen eine wiederholte Vermehrung der Bacterien in demselben Wasser darthuenden Versuchen eine Rolle gespielt haben.

Wir dürfen somit annehmen, dass gewisse Bacterien die für ihr Leben nöthige Energieentwicklung und eine weitgehende Vermehrung leisten können, wenn ihnen im Wesentlichen nur eine geringfügige und durchaus nicht messbare Quantität einfacher C-haltiger Substanzen, Kohlenwasserstoffe und dergl. als Nährmaterial zugeführt wird.

Von sonstigen Lebensbedingungen dieser eigenthümlichen Bacterien habe ich nur noch den Einfluss der Temperatur durch einige Versuche kennen zu lernen gesucht, deren Resultate bereits oben (S. 95) mitgetheilt wurden. Ferner war es mir von Interesse, den Effect der Sauerstoffzufuhr, bez. des Sauerstoffabschlusses näher festzustellen. Die Entfernung des Sauerstoffs wurde in der von Liborius (s. d. folgende Arbeit) beschriebenen Reagenzgläsern mittelst Durchleitens von H bez. von CO_2, bewirkt. Meist wurden drei Controlversuche gleichzeitig angestellt, der eine mit O-Zutritt, der andere unter H, der dritte unter CO_2. Alle drei Röhrchen waren mit der gleichen Menge einer Aufschwemmung des Versuchspilzes inficirt; es wurde dann der Gehalt der frischen Mischung an Bacterien nur bei dem einen Röhrchen direct bestimmt, und bei den anderen ungefähr diesem gleich angenommen (in der Tabelle bezeichnet durch den Vorsatz ca.). Die Resultate waren folgende:

	Sofort.			Nach 3 Tagen.			Nach 6 Tagen			Nach 10 Tagen		
	+ 2	+ H	+ CO_2	+ 0	+ H	+ CO_2	+ 0	+ H	+ CO_2	+ 0	+ H	+ CO_2
Micr. aquatilis.	3200	—	—	—	40	—	unz.	220	—	—	—	—
	800	ca. 800	—	unz.	20500	—	—	—	—	unz.	4800	—
	2200	ca. 2000	ca. 2000	66000	300	4	—	—	—	—	—	—
Bac. erythr.	800	ca. 800	—	unz.	28000	—	—	—	—	180500	180000	—
	22800	ca. 22000	ca. 22000	—	—	3212	unz.	409000	140	—	—	—

In CO_2 scheint demnach eine Entwicklungshemmung bez. ein Absterben der Bacterien einzutreten; in H-Gas ist ihre Entwicklung weniger und zuweilen gar nicht verzögert. Vermuthlich wirkt also nicht sowohl die Sauerstoffentziehung schädlich — wie das von vornherein verständlich ist, da dem übrigen geringen Nährstoffbedarf auch die zum Leben nothwendige O-Menge entsprechen wird, und da eine ganz vollständige Entfernung des O wohl kaum gelingt —, als vielmehr die



Anhäufung der CO_2. Doch möchte ich für die vorstehenden der Zahl nach nicht genügenden Versuche noch eine Ergänzung für wünschenswerth halten.

Im Ganzen hängt somit die Intensität der Vermehrung der Bacterien in einem Wasser vielleicht zum Theil ab von dem Gehalt an CO_2; als weitaus wesentlichster und meist allein den Ausschlag gebender Factor stellt sich aber die Temperatur heraus; und zwar wird nach der S. 95 mitgetheilten Tabelle schon von einer relativ niederen Grenze ab — von 5 bis 6° an — die Zunahme der Temperatur eine beträchtliche Vermehrung zur Folge haben. In jedem Brunnen, dessen Wassermasse der Hauptsache nach eine Zeitlang unverändert bleibt, und welcher derartige Wasserbacterien enthält, werden wir daher je nach der Temperatur bald nur eine sehr geringfügige, bald eine sehr bedeutende Menge von Bacterien beobachten können. Besonders wichtig ist ferner die Beobachtung, dass die chemische Beschaffenheit des Wassers für die Zahl der Bacterien nicht in Betracht kommt. Die für den Microc. aquatilis und für den Bac. erythrosporus gefundene Indifferenz gegenüber den Nährstoffen lässt sich noch für eine Reihe von anderen im Wasser vorkommenden Bacterien nachweisen; und auch das Gemenge von Bacterien, welches in einem beliebigen Wasser nach der Entnahme sich vervielfältigt, zeigt diese Vermehrung gerade so gut in reinem destillirtem wie in nährstoffreichem Wasser. Gewiss werden manche Bacterienarten existiren, die nicht ganz die gleiche Indifferenz zeigen und deren Vermehrung in merkbarer Weise von dem Gehalt des Wassers an organischen und anorganischen Stoffen abhängt. Aber diese Arten spielen offenbar in dem Bacterienleben unserer Wässer eine viel untergeordnetere Rolle und treten an Zahl gegenüber den unter allen Umständen sich vervielfältigenden eigentlichen Wasserbacterien weit zurück.

Wie erwähnt, finden wir die geschilderten Wasserbacterien in den meisten Wasserproben, einerlei ob sie aus gegrabenen, aus abyssinischen Brunnen oder aus Quellen entnommen sind. Es fragt sich nun, ob diese Pilze nur von der Oberfläche, von den Theilen des Brunnens aus u. s. w. in die Reservoire gelangen, oder ob sie auch im reinen Grundwasser enthalten sind und von dort stets neu zu dem Brunnenschacht bez. zur Quellenfassung oder zum Hochreservoir gelangen.

Mehrfach ist schon von anderen Autoren (Roth, Cramer u. A.) darauf hingewiesen, dass Brunnen und Wasserleitungen ein Wasser mit geringem Bacteriengehalt liefern, solange ihnen reichlich Wasser entnommen wird und so lange reichliche Zuströmmung von frischem Grund-

wasser stattfindet; dass dagegen eine baldige Zunahme des Bacteriengehalts erfolgt, wenn die Anlage eine Zeitlang nicht benutzt wurde und die Zufuhr frischen Grundwassers sistirt war.

Diese Beobachtungen habe ich vollkommen bestätigt gefunden. Im Allgemeinen tritt nach anhaltender starker Wasserentnahme bei jedem Brunnen eine wesentliche Verminderung des Bacteriengehalts des Wassers ein. Nur in einigen in der folgenden Tabelle mitgetheilten Versuchen, die im April bez. December 1885 angestellt wurden, war das Resultat insofern abweichend, als sich nach einigem Pumpen zunächst eine Zunahme der Bacterien bemerkbar machte und als gerade nach dem Stagniren eine Verminderung constatirt wurde. Die Versuche betrafen ein und denselben Brunnen.

Zahl der Colonieen pro 1 ^{ccm}.

Versuch 1.		Versuch II.		Versuch III.	
Vor dem Schliessen des Brunnens.	152 232	Erstes Wasser nach 12 stündiger Pause.	40 60	Vor dem Schliessen des Brunnens.	2560
Erstes Wasser nach 13 stündiger Pause.	44 32	Nach einer Stunde Pumpen	220 300	Erstes Wasser nach 24 stündiger Pause.	2560
Nach 15 Minuten Pumpen.	1004 760	Nach $1^1/_2$ Stunden	60	Erstes Wasser nach 4 tägiger Pause.	400 340
Nach 2 Stunden Pumpen.	108 165	Nach 2 Stunden	60	Erstes Wasser nach 10 tägiger Pause.	8600 5000
		Nach 3 Stunden	60	Nach anhaltendem Pumpen.	1000 400

(Auf die letzten Zahlen des dritten Versuchs möchte ich keinen Werth legen, weil die Differenzen in den Controlbestimmungen hier eine sehr ungleichmässige Vertheilung der Bacterien vermuthen lässt).

Abstrahirt man zunächst von den Resultaten obiger Tabelle, auf deren Deutung ich gleich zurückkomme, so muss die im übrigen fast regelmässig beobachtete Verminderung der Bacterienzahl unter dem Einfluss der Wasserentnahme entschieden zu der Schlussfolgerung führen, dass das den Brunnen speisende Grundwasser in einiger Entfernung vom Brunnen bacterienfrei ist, und dass also wahrscheinlich die über dem Grundwasser lagernden Bodenschichten ein für Bacterien undurchlässiges Filter darstellen. Für eine solche Annahme sprechen noch zahlreiche andere Beobachtungen und Erfahrungen; so die auch von mir oft constatirte Thatsache, dass Quellen, gut angelegte abyssinische Brunnen, sowie gut gedeckte und gegen Verunreinigung von der Oberfläche her geschützte Brunnen cet. par., d. h. bei gleicher Temperatur und ungefähr gleicher Benutzung, die relativ

geringste Bacterienzahl aufweisen; ferner die allmähliche Verminderung der Zahl von Mikroorganismen im Boden, in je tiefere Schichten desselben man hinuntergeht (Koch); vor allem aber die Filtrationsversuche in grossem Maassstabe, die in Berlin unter fortlaufender Controle des Bacteriengehalts vor und nach der Filtration ausgeführt wurden (Wolffhügel). Bei diesen hat sich ein so vorzüglicher Effect einer relativ dünnen, lockeren und rasch durchströmten Erdschicht bezüglich der Zurückhaltung der Bacterien ergeben, dass wir mit Recht von den höheren, dichteren und ausserordentlich viel langsamer durchsetzten Schichten des gewachsenen Bodens eine weit vollkommenere und in den meisten Fällen wohl absolute Entfernnng der Bacterien erwarten dürfen. Nur bei geringem Abstand des Grundwassers von der Bodenoberfläche, bei einem sehr lockeren oder künstlich aufgeschütteten Boden wird möglicherweise eine reichlichere Beladung des Grundwassers mit Bacterien eintreten.

Unter dieser Annahme gelangen wir dann zu folgenden Vorstellungen über die zeitlichen und örtlichen Schwankungen im Bacteriengehalt des Wassers und deren Ursachen.

Die Bacterien gerathen zum wesentlichsten Theil von der Bodenoberfläche, von den einzelnen Theilen der Brunnenanlage u. s. w. in das Wasser; einige derselben haben die Fähigkeit im Wasser des Reservoirs sich stark zu vermehren und werden dadurch Ausschlag gebend für die jeweilige Bacterienzahl des Wassers. Zeitlich kann eine Verminderung dieser Zahl eintreten 1. durch starke Zufuhr reinen Grundwassers, also starke Benutzung des Brunnens; 2. beim Stagniren des Wassers durch allmähliches Absetzen der Keime an die Wandungen und auf den Boden. — Eine Zunahme wird erfolgen, wenn Temperatur und sonstige Bedingungen einer Vermehrung sehr günstig sind, und wenn die Zufuhr reinen Grundwassers mit derselben nicht Schritt hält; am stärksten wird also die Zunahme sein bei Stagnation und gleichzeitig hoher Temperatur. — Der Effect des Schliessens eines Brunnens wird demnach je nach der Jahreszeit verschieden ausfallen; im Spätsommer und Herbst, wo das Wasser die höchsten Temperaturen zeigt, wird gewöhnlich eine Zunahme der Bacterienzahl resultiren, da die Vermehrung den Effect des Absetzens unbedingt überwiegt; im Winter und Frühjahr dagegen wird es vorkommen können, dass im stagnirenden Wasser des geschlossenen Brunnens nur eine geringe Vermehrung der Bacterien, dagegen ein allmähliches Absetzen eintritt. Das letztere Verhalten spricht sich offenbar in den Versuchen der auf Seite 102 mitgetheilten Tabelle aus; unmittelbar nach der Eröffnung ist dort der Bacteriengehalt sehr gering; durch das Pumpen hat dann zunächst ein Aufrühren der abgesetzten Massen stattgefunden und hat zum vorübergehenden Auftreten einer grösseren Bacterienzahl geführt, bis bei anhalten-

dem Pumpen auch hier der Zufluss reinen Grundwassers eine Verminderung bewirkt.

Oertliche Differenzen im Bacteriengehalt hängen wesentlich ab nicht sowohl von der Qualität des Wassers, als vielmehr von der Temperatur — also von der Tieflage des Brunnens —, von der Sicherung der Brunnenanlage gegen Eindringen von Bacterien und von der Intensität der Benutzung. Auf einen völligen, dichten Abschluss des Brunnens an der Bodenoberfläche, auf eine Vermeidung jedes Rinnsals und Zuflusses von der Oberfläche oder durch Risse und Gänge des Erdbodens nach dem Brunnenschacht ist vor allem Sorge zu tragen, wenn der Bacteriengehalt auf einer niederen Grenze gehalten werden soll. Recrutirt sich ein solcher gut gedichteter Brunnen aus tief gelegenem Grundwasser, und wird derselbe ausserdem stark und anhaltend benutzt, so treffen alle Umstände zusammen, um ein möglichst bacterienfreies Wasser zu garantiren.

III. Das Verhalten künstlich zugefügter pathogener Bacterien im Wasser.

Nach den Erfahrungen, welche durch die vorstehenden Versuche über die gewöhnlich im Wasser vorkommenden Bacterien gewonnen waren, musste die Frage interessiren, ob etwa auch pathogene Bacterien in ähnlicher Weise wie die Wasserbacterien sich im Wasser vermehren können, ob sie ähnlich wie diese gegenüber der Qualität des Wassers indifferent sind, oder und ob erst ein gewisser Gehalt an organischen Stoffen sie zur Vervielfältigung geeignet macht.

Ich habe hierüber in der Zeit vom December 1884 bis Januar 1886 eine grössere Reihe von Versuchen angestellt, bei welchen ich sowohl die Einwirkung verschiedener Temperaturen wie den Einfluss der chemischen Beschaffenheit des Wassers auf pathogene Bacterien studirte. Die verwendeten Bacterienarten wurden in Reincultur meist auf schräger Agar- oder Gelatinefläche gezüchtet; von da aus bereitete ich eine Aufschwemmung mit sterisilirter Kochsalzlösung, und übertrug von dieser einige Tropfen in Reagenzgläser, die mit 10 ccm Wasser gefüllt waren. Durch einige auffällige und abweichende Resultate wurde ich frühzeitig darauf aufmerksam, dass es leicht zu Täuschungen führt, wenn man direct aus den Culturgläsern in die Wasserproben überträgt; es wird dann leicht so viel Nährsubstanz mit überschleppt, dass dadurch die Qualität des Wassers ganz erheblich verändert wird. Als Wasserproben benutzte ich theils reinstes destillirtes Wasser; theils hiesiges Wasserleitungswasser, das reich an anorganischen Bestandtheilen, namentlich

1. **Bacillus prodigiosus.** (Als Beispiel einer saprophytischen, nicht vermehrungsfähigen Bacterienart.)

	Zahl der Colonieen pro 1 ccm (zum Theil mit Agarplatten bestimmt)						
	nach dem Aufenthalt von + 20°				nach dem Aufenthalt bei + 35°		
	Sofort	nach 5 Tagen	nach 14 Tagen	n. 40—310 Tg.	Sofort	nach 5 Tagen	nach 14 Tagen
Destillirtes Wasser	unzählig	zahlreich	240000	zahlreich (nach 48 Tagen)	unzählig	unzählig	0
Schlechtes Brunnenwasser	unzählig	unzählig	305000	50,000 (nach 310 Tagen)	unzählig	13540	0

2. Bacillus anthracis.

Sporenfreie Bacillen gingen in Leitungswasser ziemlich rasch zu Grunde. Die Untersuchung kurz nach der Einsaat ergab 7740 Colonieen pro 1 ccm; nach 55 Stunden bei + 20° = 332 Colonieen; nach 6 Tagen keine Colonieen. Die bei 35° gehaltenen Proben waren schon nach 55 Stunden steril.

Mit sporenhaltigen Culturen erhielt ich folgende Resultate:

	Zahl der Colonieen pro 1 ccm											
	nach dem Aufenthalt bei + 20°						nach dem Aufenthalt bei + 35°					
	Sofort	nach 2—5 T.	nach 5—10 T.	nach 10—20 T.	nach 20—30 T.	nach 90 Tagen	Sofort	nach 2—5 T.	nach 5—10 T.	nach 10—20 T.	nach 20—30 T.	nach 90 Tagen
Destillirtes Wasser	unzählig	—	—	unzählig	1680	—	unzählig	—	—	unzählig	—	—
„ „	unzählig	—	—	unzählig	—	unzählig	unzählig	—	—	—	unzählig	0
Schlechtes Brunnenwasser (filtrirt)	unzählig	—	—	unzählig	unzählig	—	unzählig	—	unzählig	unzählig	unzählig	—
Schlechtes Brunnenwasser (unfiltrirt)	unzählig	—	—	unzählig	unzählig	unzählig	unzählig	—	—	unzählig	unzählig	0

Einige der bei 20° gehaltenen Röhrchen mit schlechtem Brunnenwasser wurden noch länger conservirt und nach 250 bez. 340 Tagen untersucht; in beiden Fällen entwickelten sich noch zahllose Colonieen.

3. Staphylococcus aureus.

	Zahl der Colonieen pro 1 ccm nach dem Aufentbalt bei + 20°						nach dem Aufenthalt bei + 35°					
	Sofort	nach 2—5 T.	nach 5—10 T.	nach 10—20 T.	nach 20—30 T.	nach 300 T.	Sofort	nach 2—5 T.	nach 5—10 T.	nach 10—20 T.	nach 20—30 T.	nach 300 T.
Destillirtes Wasser	unzählig	—	33600	15360	0	—	unzählig	—	0	—	—	—
Leitungswasser	unzählig	—	—	10700	0	—	unzählig	—	0	—	—	—
Schlechtes Brunnenwasser (filtrirt)	unzählig	unzählig	—	—	39700 (23 Tage)	—	unzählig	40	0	—	—	—
Schlechtes Brunnenwasser (filtrirt)	unzählig	—	120000	24800	0 (30 Tage)	0	unzählig	—	0	0	—	—
Schlechtes Brunnenwasser (unfiltrirt)	unzählig	unzählig	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—

4. Micrococcus tetragenus.

	Zahl der Colonieen pro 1 ccm nach dem Aufenthalt bei + 20°				nach dem Aufenthalt bei + 35°			
	Sofort	nach 2—4 Tagen	nach 4—6 Tagen	nach 6—12 T.	Sofort	nach 2—4 Tagen	nach 4—6 Tagen	nach 6—12 T.
Destillirtes Wasser	unzählig	0	—	0	unzählig	0	—	0
Leitungswasser	27640	0	—	0	27640	0	0	—
Schlechtes Brunnenwasser, filtrirt	380000	—	0	—	380000	0	—	0
„ „ unfiltrirt	162000	127000 (nach 48 St.)	0	—	162000	4	0	0

5. Bacillus typhi abdominalis.

	Zahl der Colonieen pro 1 ccm											
	nach dem Aufenthalt bei + 20°						nach dem Aufenthalt bei + 35°					
a) Mit sporenfreien Bacillen.	Sofort	nach 2—3 T.	nach 6—7 T.	nach 10—14 T.	nach 20—24 T.	nach 30—40 T.	Sofort	nach 2—3 T.	nach 6—7 T.	nach 10—14 T.	nach 20—24 T.	nach 30—40 T.
Destillirtes Wasser	unzählig	unzählig	—	34300	—	0	unzählig	11800	—	0	—	—
„ „	156000	0	—	—	—	—	156000	0	—	—	—	—
„ „	unzählig	unzählig	—	68640	—	—	unzählig	23600	—	0	—	—
„ „	unzählig	200000	—	70000	—	—	unzählig	200	0	0	—	—
Leitungswasser	134000	36000	2700	—	—	—	134000	0	0	—	—	—
Rchlechtes Brunnenwasser	unzählig	200000	—	148000	—	—	unzählig	80000	0	0	—	—
b) Mit sporenhaltigen Bacillen.												
Destillirtes Wasser	unzählig	—	—	—	—	0 (31 Tage)	unzählig	—	—	—	0 (24 Tage)	—
Schlechtes Brunnenwasser, filtrirt	unzählig	unzählig	—	—	unzählig	—	unzählig	124000	—	10350	—	—
Schlechtes Brunnenwasser, unfiltrirt	unzählig	unzählig	—	—	unzählig	—	unzählig	92800	—	3750	—	—
Schlechtes Brunnenwasser, unfiltrirt	unzählig	—	—	—	—	30000	unzählig	—	—	—	0	0

Kalksalzen ist, aber fast gar keine organischen Stoffe, ferner kein Ammoniak und keine Salpetersäure enthält; theils ein wenig benutztes Brunnenwasser aus einem sehr schmutzigen Hofe, das von gelblicher Farbe, etwas trübe war, zwischen 13 und 16 ^{ccm} Chamäleonlösung verbrauchte (= 10,4 bis 12,8 ^{mgrm} O pro Liter), sehr reichliche Mengen Salpetersäure und Chloride enthielt, kurz von so „schlechter" Beschaffenheit war, wie ich dieselbe bei keinem Brunnen aus hiesiger Stadt und Umgegend auch nur annähernd wiedergefunden habe. Dies letztere Wasser (in den Tabellen als „schlechtes" Brunnenwasser bezeichnet) kam sowohl durch Filtrirpapier von den gröberen suspendirten Bestandtheilen befreit, wie auch unfiltrirt zur Verwendung. Alle Proben waren selbstverständlich vor der Einsaat im Dampfofen sorgfältig sterilisirt. — Ein Theil der Röhrchen wurde in einem grossen Brütofen, dessen Temperatur zwischen 18 und 22° schwankte, gehalten; ein anderer in einem Thermostaten bei 35°. — Gleich nach der Einsaat wurde durch Controlplatten die ungefähre Menge der eingebrachten Pilze bestimmt; von da ab wurde in wechselnden Zeiträumen ein Röhrchen aus dem Thermostaten genommen, gründlich geschüttelt, und dann zu Plattenversuchen verwendet. Die Identität der Colonieen wurde erforderlichenfalls durch das Mikroskop bez. durch Ueberimpfung in Stichculturen oder auf Kartoffeln constatirt. — Die Resultate sind in umstehenden Tabellen zusammengestellt; vorausgeschickt ist ein Versuch mit Bac. prodigiosus, als Typus einer im Wasser wohl hier und da beobachteten aber dort nicht vermehrungsfähigen Bacterienart.

Aus den Zahlen dieser Tabellen geht zunächst hervor, dass alle zu den Versuchen benutzten Bacterien keine Vermehrung, sondern vielmehr eine stetig fortschreitende Verminderung im Wasser erfahren. Beim Bac. prodigiosus verändert sich die Colonieenzahl allerdings nur innerhalb langer Zeiträume, und derselbe nimmt daher gleichsam eine vermittelnde Stellung zwischen den sog. Wasserbacterien und den pathogenen Pilzen ein.

Die Abnahme der Zahl der in das Wasser gebrachten Typhus- und Milzbrandbacillen, Staphylokokken und Tetragenuskokken erfolgt ferner durchweg erheblich rascher, wenn die Proben bei + 35° gestanden haben, als nach einem Aufenthalt bei + 20°.

Ausser von der Temperatur zeigt sich dann die Zeitdauer, während welcher diese Bacterien im Wasser entwicklungsfähig bleiben, abhängig von der specifischen Resistenzfähigkeit der einzelnen Art und richtet sich namentlich danach, ob Dauersporen von den betreffenden Bacterien gebildet sind. Milzbrandsporen wurden noch nach fast einem Jahr lebensfähig gefunden; Typhussporen waren in zwei Versuchen noch nach drei Wochen, in einem Versuch nach einem Monat in grosser Zahl lebensfähig; leider wurde diese Reihe nicht bis zu einer genaueren Bestimmung des

Endtermins fortgesetzt; eine nach $10^1/_2$ Monaten vorgenommene Untersuchung ergab keine lebensfähigen Typhuskeime mehr. Die Lebensdauer der Mikrokokken im Wasser ist im Allgemeinen eine kürzere, doch bleiben die Staphylokokken bei niederer Temperatur immerhin nahezu einen Monat lang entwicklungsfähig.

Von besonderem Interesse ist ferner das zweifellos aus den Versuchen hervorgehende Resultat, dass die Qualität des Wassers für die Dauer der Conservirung pathogener Bacterien gleichgültig ist. Hier und da findet sich in den Tabellen wohl eine Abweichung, die auf eine bessere Conservirungsfähigkeit des einen oder anderen Wassers hinzuweisen scheint; aber um diese Differenzen richtig zu würdigen, muss man berücksichtigen, dass die Menge der Einsaat nicht in jedem Versuch völlig gleich gehalten werden kann, und dass ein Hineinbringen grösserer Mengen von Bacterien, an denen eine gewisse Quantität guter Nährsubstanz haftet, bereits einen wesentlichen Unterschied in der chemischen Beschaffenheit und in der Nährfähigkeit eines Wassers bewirken kann.

Um zu zeigen, dass in der That schon ein minimaler Zusatz von solchen Substanzen, welche für die Bacterien vorzügliche Nährstoffe sind, ein völlig anderes Verhalten mancher pathogener Bacterien in wässerigen Flüssigkeiten bewirken kann, habe ich zwei Versuchsreihen mit Typhusbacillen und mit Choleraspirillen angestellt, in welchen ich statt des Wassers sehr verdünnte Bouillon (+ Pepton, ClNa und Alkali) benutzte. Die Versuche wurden im Uebrigen wie die oben beschriebenen angestellt, nur legte ich noch mehr Gewicht auf eine Verdünnung der Einsaat; ich stellte gewöhnlich zunächst eine Aufschwemmung mit einer kleinen Menge der betreffenden Reincultur her, legte von dieser aus eine zweite, weit verdünntere Aufschwemmung an, und erst von der letzteren aus übertrug ich in die Versuchsflüssigkeiten. Nicht selten zeigten die sofort angelegten Platten, dass trotzdem noch zu grosse Mengen der betreffenden Bacterien eingesäet wurden, und es mussten daher die Versuche oft wiederholt werden, bis die Einsaat einer zählbaren Menge geglückt war. Die Tabelle auf S. 110 giebt die erhaltenen Resultate:

Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, dass eine sehr kleine Menge guter, der betreffenden Bacterienart adäquater Nährstoffe schon ausreicht, um Typhus- und Cholerabacillen lebhafte Vermehrung zu gestatten; dass aber auch diese Quantität guter Nährstoffe für jede Bacterienart nur bis zu einer bestimmten unteren Grenze herabgehen darf, unterhalb deren die Entwicklung und Vermehrung der betreffenden Art aufhört. Diese Grenze liegt für die Choleraspirillen und namentlich für die Typusbacillen ausserordentlich niedrig. Die Choleraspirillen zeigen noch lebhafte Vermehrung, wenn 0·15 bis 0.25 ^{ccm} Bouillon zu 10 ^{ccm} destillirten Wassers zugefügt sind, d. h. wenn

1. Versuche mit Spirillum Cholerae asiaticae.

Versuch I.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm	Versuch II.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm	Versuch III.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm	Versuch IV.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm	Versuch V.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm
Einsaat (Controlplatte)	240	Einsaat	?	Einsaat	31	Einsaat	512	Einsaat	220
Dest. Wasser	0	Dest. Wasser	0	Dest. Wasser	0	Dest. Wasser	0	Dest. Wasser	0
10 ccm d. W. + 0·05 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0·05 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0·1 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0·15 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0·15 ccm Bouillon	auf allen 3 Platten einige Col.; Platten vor der Zählung verunglückt.
10 ccm d. W. + 0·5 ccm Bouillon	2850000	10 ccm d. W. + 0·1 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0·12 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0·2 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0·2 ccm Bouillon	
10 ccm d. W. + 1·25 ccm Bouillon	ca. 9000000	10 ccm + 0·25 ccm Bouillon	zahlreich	10 ccm d. W. + 0·2 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0·25 ccm Bouillon	6[illegible]000	10 ccm d. W. + 0·25 ccm Bouillon	
10 ccm d. W. + 5·0 ccm Bouillon	unzählig.	10 ccm + 0·5 ccm Bouillon	2640	10 ccm d. W. + 0·25 ccm Bouillon	unzählig				

2. Versuche mit Bacillus typhi abdominalis.

Versuch I.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm	Versuch II.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm	Versuch III.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm	Versuch IV.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm	Versuch V.	Zahl der Colonieen pro 1 ccm
Einsaat	48000	Einsaat	2800	Einsaat	12800	Einsaat	536	Einsaat	unzählig
Dest. Wasser	0	Dest. Wasser	0	10 ccm d. W. + 0,0025 ccm Bouillon	0	Dest. Wasser	0	Dest. Wasser	1200
10 ccm d. W. + 0,05 ccm Bouillon	unzählig	10 ccm d. W. + 0,0005 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0,05 ccm Bouillon	unzählig	10 ccm d. W. + 0,0125 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0,005 ccm Bouillon	7500
10 ccm d. W. + 0,5 ccm Bouillon	unzählig	10 ccm d. W. + 0,00125 ccm Bouillon	0			10 ccm d. W. + 0,025 ccm Bouillon	0	10 ccm d. W. + 0,0125 ccm Bouillon	86000
10 ccm d. W. + 1,25 ccm Bouillon	unzählig	10 ccm d. W. + 0,0025 ccm Bouillon	0			10 ccm d. W. + 0,05 ccm Bouillon	unzählig	10 ccm d. W. + 0,025 ccm Bouillon	unzählig
10 ccm d. W. + 5,0 ccm Bouillon	unzählig							10 ccm d. W. + 0,05 ccm Bouillon	unzählig

die gewöhnliche Bouillon auf das 40- bis 60fache verdünnt ist. Typhusbacillen vermehren sich dagegen noch bei einer Dosis von 0·025 bis 0·05 ccm Bouillon zu 10 ccm Wasser, d. h. bei einer 200- bis 400fachen Verdünnung des gebräuchlichen Fleischinfuses.

Es leuchtet danach ein, dass in der That leicht durch ein directes Uebertragen kleiner Bacterienmengen aus einer Cultur in eine Flüssigkeit dieser soviel Nährstoff zugefügt werden kann, dass die Ernährungsbedingungen ganz anders liegen, wie in der ursprünglichen Flüssigkeit. Der Versuch V in der zweiten Tabelle ist absichtlich hinzugefügt, um zu zeigen, wie eine sehr starke Einsaat zu einem längeren Persistiren der Bacillen bei allen Verdünnungsgraden führen kann. Auch in einigen Versuchen der Tabelle auf S. 107 findet sich deutlich eine entsprechend langsamere Verminderung der Typhusbacillen ausgeprägt, sobald der Ausgangspunkt von einer unzählbaren Bacterienmenge aus genommen war. — Es würde aber entschieden fehlerhaft sein, aus solchen Versuchen mit starker Einsaat einen Rückschluss auf die natürlichen Verhältnisse machen zu wollen. Gelangen Typhus- oder Cholerabacillen in einen Brunnen so wird es — mit Ausnahme stagnirender Wässer wie z. B. der indischen Tanks — selbst unter den allerungünstigsten Verhältnissen wohl niemals zu einem stärkeren Gehalt an pathogenen Pilzen kommen, als bei den angeführten Versuchen, in denen immerhin 10 ccm Wasser mit 10000 bis 50000 Bacillen beladen werden konnten, ohne dass deshalb an dem baldigen Untergang derselben etwas geändert worden wäre.

Auch der Nährstoffgehalt eines Wassers wird unter natürlichen Verhältnissen kaum jemals die untere Grenze erreichen, welche für eine Vermehrung der Typhus- oder Cholerabacillen erforderlich ist. Rechnet man den Gehalt des Pepton-Fleischinfuses an organischen Stoffen zu zwei Procent, so haben die obigen Versuche als Grenze für die Entwicklungsfähigkeit der Cholerabacillen einen Gehalt von 400 Milligr. organischer Substanz in einem Liter, für die Typhusbacillen 67 Milligr. pro Liter ergeben. Eine derartige Menge organischer Stoffe kommt, selbst wenn man von den Qualitätsunterschieden absieht, in benutztem Trink- und Brauchwasser nur äusserst selten vor. Nun zeigen uns aber ausserdem, wie schon mehrfach betont wurde, alle Versuche über die Vermehrungsbedingungen der pathogenen Bacterien, dass gerade auf die Qualität der gebotenen Nährstoffe ausserordentlich viel ankommt, und wir werden erwarten dürfen, dass keineswegs die organischen Stoffe des Wassers, die im Allgemeinen aus viel einfacheren und weniger nährtüchtigen Atomcomplexen bestehen, im Stande sind, das lösliche Eiweiss und Pepton des Fleischinfuses auch nur annähernd zu ersetzen.

Unter den natürlichen Verhältnissen wird ferner auch die Benutzung

des Brunnens und der Ersatz des ausgepumpten Wassers durch bacterienfreies Grundwasser einer längeren Dauer der Anwesenheit pathogener Keime entgegenwirken; und schliesslich kommt noch in Betracht, dass fast in jedem natürlichen Wasser neben den pathogenen Bacterien stets saprophytische, im Wasser vermehrungsfähige Bacterien vorhanden sind. welche zweifellos die Existenzbedingungen für jene Eindringlinge noch ungünstiger gestalten.

Aus den mitgetheilten Versuchen lassen sich einige nicht unwichtige Folgerungen ziehen, welche theils unsere Anschauungen über die Infectiosität des Trinkwassers, theils die Methodik der Wasseruntersuchung zu modificiren geeignet erscheinen.

Zweifellos kommt in manchen Fällen eine Verunreinigung von Trinkwasser mit pathogenen Bacterien vor, und ebenso zweifellos kann in manchen Fällen eine Erkrankung durch den Genuss inficirten Wassers erfolgen. An diesen Erfahrungssätzen ist durch die vorstehenden Untersuchungen nichts geändert.

Dagegen gelangen wir zu etwas abweichenden Ansichten zunächst bezüglich des Weges, auf welchem gewöhnlich die Krankheitserreger in das Trinkwasser eindringen, und dann über die Dauer der Infectionsgefahr. — Das Eindringen wird in den meisten Fällen nicht sowohl durch die intacten oberflächlichen Bodenschichten und durch das Grundwasser erfolgen, sondern ebensogut wie für die Saprophyten werden auch für die pathogenen Pilze Zuflüsse von der Oberfläche, Rinnsale auf und in dem Boden die gebräuchlichen Wege repräsentiren.

Ferner werden die in einen benutzten Brunnen gelangten infectiösen Bacterien diesen meistens nicht für lange Zeit gefährlich machen. Sporenfreie pathogene Pilze pflegen, da niemals eine Vermehrung derselben im Wasser stattfindet, nach einigen Tagen oder höchstens Wochen theils durch das entnommene Wasser entfernt zu werden, theils gehen sie im Wasser zu Grunde. Für Sporen, insbesondere Typhussporen, die in stagnirendem Wasser zwar einen Monat und länger haltbar, aber ebensowohl einer Vermehrung unfähig sind, kommt vermuthlich für gewöhnlich nur ihre Eliminirung durch die Benutzung des Brunnens und die stete Zufuhr reinen Wassers in Betracht, welche das Wasser eher wieder reinigt, als ein Absterben der Sporen eintreten kann. In keinem Fall werden wir eine Vermehrung, sondern im Gegentheil stets eine von Tag zu Tag zunehmende Verminderung der ins Wassers gelangten pathogenen Pilze erwarten dürfen.

Des Weiteren ist für unser Urtheil über die Infectionsgefahr und für die Untersuchung und Begutachtung des Wassers das Resultat von grosser Bedeutung, dass nachweislich die chemische Beschaffenheit und der Gehalt des Wassers an organischen und anorganischen Stoffen indifferent ist sowohl für die Vermehrung der Saprophyten, wie für die Conservirung und etwaige Vermehrung von pathogenen Bacterien. Die chemische Analyse giebt uns daher keinerlei Aufschluss darüber, ob ein Wasser viel oder wenig Bacterien enthält, ob pathogene Bacterien darin sind oder ob solche der ganzen Beschaffenheit des Wassers nach gelegentlich darin auftreten können. Nur insofern gewinnen wir durch den Nachweis grober gelöster Verunreinigungen einen gewissen Anhaltspunkt für den Verdacht, dass auch Bacterien und eventuell pathogene Bacterien besonders leicht in das betreffende Wasser gelangen, als jene groben Verunreinigungen gewöhnlich nur da vorkommen, wo die ganze Umgebung des Brunnens sich in einem verwahrlosten Zustande befindet, und reichlichen Durchtritt von Zuflüssen in den Brunnenschacht gestattet. Allerdings kann auch dieser Verdacht falsch sein; denn es ist wohl zu bedenken, dass die Wege für die durch den Boden zum Grundwasser gespülten löslichen Verunreinigungen einerseits und für die durch Rinnsale und von der Oberfläche her eintretenden Bacterien andererseits meistens verschieden sind, und dass deshalb durchaus kein Parallelismus zwischen den Resultaten der chemischen Analyse und der Bakterienzahl zu bestehen braucht.

Trotz der somit sehr indirecten und unsicheren Beziehung der chemischen Befunde zum bacteriologischen Verhalten des Wassers behält die chemische Untersuchung selbstverständlich noch dadurch ihren unanfechtbaren Werth, dass sie uns auf unappetitliche Beimengungen und auf locale Verunreinigungen der Umgebung des Brunnens aufmerksam macht, die wir mit vollem Recht gerade so scheuen und zu beseitigen streben, wie die Verunreinigungen anderer Nahrungsmittel.

Speciell für die Methodik der bacteriologischen Wasseruntersuchung, sowie für die Deutung und Verwerthung der erhaltenen Resultate ergeben sich aus den mitgetheilten Versuchen folgende Consequenzen:

Erstens: die Zahl der Bacterien in einer Wasserprobe giebt in vielen Fällen weder für die chemische Beschaffenheit, noch für den Grad der Verunreinigung, noch für die Infectionsgefahr des Wassers sichere Anhaltspunkte, da die Anzahl der entwicklungsfähigen Bacterien in erster Linie immer von der Anwesenheit der eigentlichen Wasserbacterien und von den einer Vermehrung derselben förderlichen Bedingungen, also von der Temperatur des Wassers, dem Grad der Benutzung, und von einer

Reihe anderer variabler Factoren, abhängig ist. Jedenfalls sind bei der Vergleichung verschiedener Brunnen alle diese Einflüsse eingehend zu berücksichtigen. — Unter solchen Umständen gewährt die nähere Ermittelung der Qualität der in einem Wasser gefundenen Bacterienarten vielleicht noch eher hygienisch verwerthbare Resultate, als die Bestimmung der gesammten Bakterienzahl.

Zweitens: bacteriologische Wasseruntersuchungen sind, um eine nachträgliche Vermehrung der Wasserbacterien zu vermeiden, stets unmittelbar nach der Probenahme auszuführen, oder die Gefässe mit Proben sind von dem Moment der Entnahme an bei 0° zu halten, jedoch auch nur für möglichst kurze Zeit. Der Versand von Wasserproben hat daher stets in zugeschmolzenen Glasröhren und in Eispackung zu geschehen.

Dass bisher bei den bacteriologischen Wasseruntersuchungen noch fast niemals pathogene Bacterien gefunden wurden, ist leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass dieselben meist nur kurze Zeit nach ihrem Hineingelangen in den Brunnen einen einigermaassen erheblichen Bruchtheil des ganzen dort vorhandenen Bacteriengemenges ausmachen. Nur in „frischen“ Fällen wird daher Aussicht auf die Auffindung der pathogenen Bacterien vorhanden sein können, und auch dann jedenfalls nur, wenn durch geeignete Vorsichtsmaassregeln einer Vermehrung der Wasserbacterien nach der Entnahme vorgebeugt wird. Bisher lagen schon in Folge der Unkenntniss dieser Fehlerquelle die Chancen für einen directen Nachweis von Krankheitserregern im Wasser äusserst ungünstig, und es ist möglich, dass es mit Hülfe unserer jetzigen Erfahrungen und der nach diesen modificirten Methoden eher gelingen wird, die ätiologische Bedeutung des Wassers für manche Infectionskrankheiten durch directe Beobachtung darzuthun.

Die vorliegenden Untersuchungen möchte ich keineswegs als abgeschlossen betrachten; ich bin mir bewusst, dass dieselben noch mancherlei Lücken aufweisen, und ich hoffe, dass es mir gelingen wird, in einiger Zeit durch weitere Beiträge zur Kenntniss des Verhaltens der Bacterien im Wasser eine Ergänzung meiner jetzigen Mittheilungen zu liefern.

[Aus dem hygienischen Institut zu Göttingen.]

Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bacterien.

Von

Dr. Paul Liborius,
Kais. russ. Marine-Stabsarzt zu Kronstadt.

(Hierzu Taf. II u. III.)

Seitdem Pasteur im Jahre 1875 das Phänomen der Gährung als eine Folge des Lebens der gährungerregenden Pilze ohne Sauerstoff bezeichnet hatte, ist das Verhalten der Hefepilze und der Bacterien zum Sauerstoff Gegenstand zahlreicher Studien gewesen. In weiten Kreisen fand zunächst Pasteur's neue Auffassung der Gährung Zustimmung und Bestätigung; die von Pasteur hervorgehobene Thatsache, dass eigentlich jede auch höheren Pflanzen oder Thieren angehörige Zelle bei Abschluss des Sauerstoffs eine Zerlegung organischer Substanz bewirkt unter Bildung ähnlicher Producte, wie sie bei der Gährung gefunden werden, nahm dem Vorgang der Gährung den Charakter des Eigenartigen, von anderen biologischen Processen völlig Abweichenden; das Vermögen der Gährungserregung erschien jetzt vielmehr als eine weit verbreitete Eigenschaft, die das organisirte Protoplasma äussert, sobald es bei Sauerstoffabschluss zu existiren gezwungen ist; und die besondere Ausrüstung der gährungerregenden Pilze reducirte sich auf eine quantitativ verstärkte Ausbildung einer den Zellen allgemein zukommenden Fähigkeit.

Pasteur unterschied entsprechend dieser Auffassung zwei Klassen von Mikroorganismen: „die Aërobien, welche des Sauerstoffs zu ihrem Leben bedürfen, und die Anaërobien, welche denselben entbehren können. Letztere sind die Gährungserreger; dieselben sind häufig auch im Stande bei Gegenwart und unter Eingreifen des Sauerstoffs zu leben: alsdann sind sie nicht mehr Gährungserreger und reihen sich in diesem Zustand

der Classe der Aërobien ein; sind sie dann aber wieder gezwungen, bei ungenügender Sauerstoffzufuhr zu existiren, so werden sie zu Gährungserregern in dem Maasse wie sie chemische Arbeit und Zerlegung leisten können ohne Eingreifen des Sauerstoffs."[1]

Bekanntlich haben indess von Anfang an nicht alle Autoren der von Pasteur entwickelten Lehre zugestimmt, und im Laufe der nächsten Jahre wurde von zuverlässigen Forschern eine Anzahl von Beobachtungen und Experimenten mitgetheilt, welche es bestimmt erwiesen, dass Pasteur's Auffassung von der Rolle des Sauerstoffs beim Leben der Mikroorganismen zum Theil wenigstens unrichtig sei.

Es würde hier zu weit führen, jene Controverse zwischen Pasteur, Traube,[2] Brefeld,[3] Jeanneret,[4] Nencki,[5] Gunning,[6] Hüfner,[7] Nägeli,[8] Hoppe-Seyler,[9] Prazmowski[10] u. A. m. in ihren Details zu verfolgen.

Auf Grund genauerer Einzeluntersuchungen musste jedenfalls sehr bald die Ueberzeugnng Platz greifen, dass im entschiedensten Gegensatz zu Pasteur's Ansicht Gährungen existiren, welche durch Sauerstoffzutritt sogar begünstigt werden; so namentlich die alkoholische Hefegährung, die Milchsäuregährung, die Fäulniss durch Rosenbach's Bac. saprogenes. Andere Gährungen, z. B. die intensive faulige Zerlegung durch Bienstock's Bac. putrificus coli, erwiesen sich als indifferent gegenüber dem Sauerstoff, und gehen ebensowohl bei Luftzutritt wie bei Luftabschluss vor sich. Für einige Gährungen allerdings, namentlich für die Buttersäure-, die Cellulose-Sumpfgasgährung, sowie für die durch gewisse Bakterien bewirkte Fäulniss wurde in der That die von Pasteur aufgestellte Behauptung, dass sie nur bei Luftabschluss vor sich gehen und bei Luftzutritt sistiren, vollauf bestätigt.

Ein ähnlich verschiedenes Verhalten der einzelnen Arten konnten fortgesetzte Detailuntersuchungen auch dann constatiren, wenn die gährung-

[1] Pasteur, *Compt. rend.* Bd. LXXX. S. 455. — *Études sur la bière.* Paris 1876.

[2] Traube, *Berichte der chemischen Gesellschaft.* 1874.

[3] Brefeld, *Landwirthschaftliche Jahrbücher.* 1874. 1876.

[4] Jeanneret, *Journal für praktische Chemie.* N. F. Bd. XV.

[5] Nencki. *Ebenda.* Bd. XIX. — *Ueber die Zersetzung der Gelatine* u. s. w. Bern 1876. — *Beiträge zur Biologie der Spaltpilze.* 1880.

[6] Gunning, *Journal für praktische Chemie.* N. F. Bd. XVI, XVII und XX.

[7] Hüfner. *Ebenda.* 1876. Bd. XIII.

[8] Nägeli, *Theorie der Gährung.* München 1879.

[9] Hoppe-Seyler, *Ueber den Einfluss des Sauerstoffes auf Gährungen.* Strassburg 1881. — *Zeitschrift für physiologische Chemie.* Bd. VIII.

[10] Prazmowski, *Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte und Fermentwirkungen einiger Bacterienarten.* Leipzig 1880.

erregenden Pilze absichtlich in einer Situation gehalten wurden, die ihnen die Gährung unmöglich machte, weil es an gährfähigem Material fehlte. Für die dann zur Erscheinung kommenden einfachen und mit dem Stoffwechsel der übrigen Organismen in den Grundzügen harmonirenden Zerlegungen scheinen die einen Bacterien nothwendig des Sauerstoffs zu bedürfen, während andere auf Sauerstoffabschluss angewiesen sind, und wieder andere sich mehr indifferent verhalten. Daneben sind freilich wieder vereinzelte Bacterien beobachtet, welche in ihrem Verhalten durchaus dem von Pasteur aufgestellten und zu stark verallgemeinerten Schema entsprechen; diese bedürfen der Sauerstoffzufuhr, so lange sie keine Gährung erregen; dagegen wird ihnen der Sauerstoff entbehrlich, sobald ihnen durch gährfähiges Material und sonstige günstige Bedingungen eine Entfaltung der Gährthätigkeit möglich geworden ist. Beispielsweise hat das von Escherich kürzlich beschriebene Bact. lactis aërogenes die Fähigkeit, bei Sauerstoffabschluss zu wachsen, sobald im Nährsubstrat Zucker vorhanden und durch das Bacterium vergohren wird; während beim Fehlen des Zuckers der Sauerstoffmangel jede Vermehrung unterdrückt.

Wollen wir die jetzt herrschenden Anschauungen über die Beziehungen zwischen Sauerstoff und Bakterien, wie sie sich aus der Fülle der in den letzten Jahren gewonnenen Einzelresultate und aus den vielfach bestrittenen verschiedenartigen Deutungen derselben entwickelt haben, in kurzen Worten zusammenfassen, so gelangen wir ungefähr zu folgendem Resumé: Im Grossen und Ganzen ist wohl die Gährungserregung als ein Act der Selbsterhaltung aufzufassen, welcher eintritt, wenn der Sauerstoff den Organismen entzogen und dadurch der Umfang der Zerlegungen und der Energieentwicklung zu gering geworden ist für die Deckung der nothwendigsten Stoffwechselausgaben. Die ausgedehnte Spaltung gewisser geeigneter Substanzen durch die Gährung ersetzt dann diejenigen Energiemengen, welche für die Lebensäusserungen unerlässlich sind, und welche ausserhalb jener Nothlage durch das Eingreifen des Sauerstoffs beschafft werden. Offenbar ist aber keineswegs bei allen Mikroorganismen das Vermögen Gährung zu erregen nur auf die Nothlage der Sauerstoffentziehung beschränkt; sondern viele äussern die Eigenschaft der Gährungserregung constant, unter allen Verhältnissen, einerlei ob Sauerstoff zutritt oder fehlt, und manche wirken gerade am kräftigsten gährungerregend, wenn ihnen reichlich Sauerstoff zu Gebote steht und unter dessen Einfluss ihre gesammten Lebensäusserungen lebhaft und energisch vor sich gehen. Ein Theil der Mikroorganismen dagegen fällt in das andere Extrem; die ursprüngliche Nothlage ist für sie das normale; sie sind überhaupt nicht im Stande, beim Eingreifen des Sauerstoffs die in ihrem Protoplasma ablaufenden Zerlegungen in einer für ihren Stoffwechsel gedeihlichen Weise zu verwerthen,

sondern sie sind geradezu angewiesen auf jene bei Sauerstoffabschluss erfolgenden Zerlegungen, welche zwar bei Abwesenheit gährfähiger Substanzen von minimalem Umfang sind und nur mässiges Wachsthum gestatten, die aber durch Zerlegung von Gährmaterial sehr bedeutend werden und den betreffenden Bacterien ausgiebigste Vermehrung gestatten können.

Absichtlich sind in dieser Darstellung unserer jetzigen Anschauungen die zahlreichen Lücken und Widersprüche der bisherigen Beobachtungen und Experimente übergangen; in Wirklichkeit sind dieselben in Menge vorhanden, die Resultate sind noch grossentheils unsicher und bestritten, und die Anschauungen der einzelnen Autoren harmoniren durchaus nicht in allen Punkten mit dem hier gegebenen Bilde. — Insbesondere hat man bisher immer die Beziehungen des Sauerstoffs zur Gährung als das wesentliche und als den nothwendigen Ausgangspunkt der Untersuchungen angegesehen; und die Rolle des Sauerstoffs gegenüber den nicht gährungerregenden, nur auf ihren gewöhnlichen Stoffwechsel angewiesenen Bacterien ist noch sehr wenig studirt. Ebenso ist über die anaëroben Pilze und deren Eigenschaften äusserst wenig bekannt, und man begegnet nur häufiger der Vermuthung, dass vielleicht noch eine grosse Menge anaërober Bacterienarten existiren, welche bisher in Folge der Mängel unserer Culturmethoden nicht zur Beobachtung gelangen konnten. Das Unzureichende unserer bisherigen Kenntnisse ergiebt sich ferner aus der Erwägung, dass wir wahrscheinlich in analoger Weise wie für die meisten übrigen Eigenschaften und Lebensbedürfnisse der Bacterien, so auch für den Sauerstoffbedarf ein specifisches Verhalten jeder einzelnen Art werden erwarten müssen; über eine dementsprechende Abstufung der begünstigenden resp. schädigenden Wirkung der Sauerstoffzufuhr für verschiedene Bacterienarten ist indess noch so gut wie nichts bekannt. — Sogar darüber gehen die Ansichten noch auseinander, ob wirklich das Leben der Anaërobien ohne jede Spur von Sauerstoff vor sich gehen kann, oder ob bei den Versuchen im scheinbar O-freien Raum nicht doch stets minimale Mengen von Sauerstoff zur Action gelangt sind. Nachdem die letztere Möglichkeit namentlich von Gunning auf Grund seiner wiederholten Controlversuche lange Zeit mit Recht betont und aufrecht erhalten war, scheint es neuerdings den Bemühungen Nencki's[1] gelungen zu sein, eine einwandfreie Versuchsanordnung herzustellen, durch welche jede durch chemische Reagentien nachweisbare Spur von Sauerstoff auf das bestimmteste ausgeschlossen war und welche dennoch ein Wachsthum und Vermehrung eingebrachter Bacterien gestattete.

Der Grund, weshalb wir trotz der emsigen Forschungen der letzten Jahre nicht schneller zu feststehenden Lehrsätzen über die Beziehungen

[1] Nencki und Lachewicz, *Archiv für die gesammte Physiologie.* Bd. XXXIII.

zwischen dem Sauerstoff und den Bacterien gelangt sind, ist vermuthlich theils in dem Umstand zu suchen, dass die meisten Experimente nicht mit isolirten und rein gezüchteten Bacterienarten, sondern mit unbekannten Gemengen angestellt wurden; theils auch darin, dass keine leicht zu handhabenden und gut controlirbaren Versuchsanordnungen bekannt waren, bei welchen sich die Sauerstoffentziehung mit dem festen Nährboden verbinden liess, und bei welchen dadurch Garantie für die Reincultur der beobachteten Bacterienarten gegeben war.

Ich habe daher geglaubt, einen Beitrag zur Kenntniss über das Sauerstoffbedürfniss der Bacterien namentlich dadurch liefern zu können, dass ich die mit so vielen Vorzügen ausgestatteten festen Nährsubstrate — Nährgelatine, Nähragar, Blutserum — in die Experimente mit luftfrei gemachten Culturen einführte. Demnach musste es meine Aufgabe sein, zunächst zu erfahren, welche der früher angewandten Mittel zur theilweisen oder vollständigen Entfernung des Sauerstoffs sich für die Arbeiten mit dem festen Nährboden eignen und in grösserer Ausdehnung practisch anwendbar sind; ferner hatte ich die verschiedenen Mittel zur Sauerstoffentziehung auf ihre Leistungsfähigkeit zu prüfen und zu vergleichen; und mit Hülfe der soweit in ihrer Wirkung bekannten und abgestuften Apparate konnte ich dann versuchen, für einzelne rein cultivirte Arten von Bacterien das Sauerstoffbedürfniss näher festzustellen.

Von einigen der complicirteren Methoden, wie sie Pasteur und Nencki zur Demonstration der Anaërobiose benutzten, habe ich mit Rücksicht auf die von mir geplante Untersuchung einer grösseren Reihe von Bacterienarten sowie im Hinblick auf die von mir gewählten Nährsubstrate absehen müssen; die wichtigsten derselben sind in Hueppe's Methoden der Bacterienforschung 3. Aufl. übersichtlich zusammengestellt, auf welche ich verweise. Ebenso musste ich von vornherein auf eine Verwendung von Quecksilber zur Herstellung und zum Abschluss luftleerer Räume verzichten, weil solche Vorrichtungen nur schwierig mit festen Nährsubstraten zu combiniren sind, und weil ein ausgedehntes Manipuliren mit Quecksilber beim Arbeiten mit Bacterienculturen immer etwas Gefährliches hat und leicht zu unbeabsichtigten Wachsthumshemmungen führt.

Die Methoden, welche für meine Zwecke brauchbar schienen und welche ich demgemäss in grösserer oder geringerer Ausdehnung benutzt habe, sind folgende:

1) Abschluss des Sauerstoffs durch hohe Schichten des festen Nährbodens. Nährgelatine, Nähragar oder Blutserum in einer Schicht von 5 bis 10 oder 20 ^{cm} Höhe in Glasschälchen, Reagenzgläsern oder Erlenmeyer'chen Kölbchen eingegossen und dort erstarrt, können in

ausgezeichneter Weise zu Studien über den Sauerstoffbedarf der Bacterien verwandt werden, sobald das Impfmaterial in eine gewisse Tiefe des Nährbodens gebracht und durch eine hinreichend hohe Schicht desselben von der Aussenluft getrennt ist. Stichculturen ergeben in den meisten Fällen keine brauchbaren Resultate; durch den Einstich wird leicht ein bleibender Canal hergestellt, so dass das Impfmaterial auch an den tiefsten Stellen mit der Luft in Berührung steht; in manchen Fällen schliesst sich die Oeffnung zwar wieder hermetisch, aber man kann über den Grad des erzielten Luftabschlusses nie sicher sein. Ausserdem ist auch die Vertheilung des Impfmaterials eine zu inconstante; bald bleibt die ganze Masse an der Einstichöffnung oder im oberen Theil des Canals, bald gelingt es, auch die tieferen Zonen zu inficiren. Ferner kommt es bei den Stichculturen nicht zur Entwicklung isolirter Colonieen, die weitaus die schärfste Beobachtung des Wachsthums gestatten. Aus allen diesen Gründen habe ich die Resultate der Stichculturen — die übrigens in jedem Versuche einfach oder mehrfach angelegt wurden und zuweilen auch eine ganz instructive Ergänzung der übrigen Versuche boten — nicht regelmässig in die zur Beurtheilung des Sauerstoffbedarfs dienende Versuchsreihe hineinbezogen.

Dagegen erhält man sehr anschauliche Bilder, wenn man die ganze Masse des Nährsubstrats verflüssigt, nun etwas Impfmaterial hineinbringt, dieses durch alle Schichten sorgfältig vertheilt, und dann erstarren lässt. Es entwickeln sich auf diese Weise eine grosse Zahl isolirter Colonieen, welche entweder durch das ganze Nährsubstrat zerstreut sind, oder sich nur in der oberen Zone entwickeln, oder aber diese frei lassen und ausschliesslich die untersten Schichten occupiren. Die scharf markirte Vertheilung der Colonieen auf die verschiedenen Zonen, die Beobachtung ihrer Grösse und ihrer sonstigen Eigenschaften lassen sich für eine Beurtheilung des Sauerstoffbedarfs ausgezeichnet verwerthen. — Einiger Cautelen bedarf es auch bei der Ausführung dieses Impfmodus. Die Verflüssigung des Substrats hat bei möglichst niederer Temperatur zu geschehen (Blutserum ist selbstverständlich hier nicht verwendbar), und ohne Schütteln und Rühren. Die Impfung erfolgt entweder mit einem langen, starken Platindraht, der direct mit einer Reincultur der betreffenden Bacterienart in Berührung gebracht ist, oder mittelst einer langen capillar ausgezogenen Pipette, in welche eine Aufschwemmung der Bacterien eingesogen ist. — Diese Aufschwemmungen sind dann etwas mühsam herzustellen, wenn etwa in der Tiefe der Gelatine oder des Agars gelegene Colonieen benutzt werden sollen. Bei verflüssigenden Colonieen bewährte sich noch am besten das Einsaugen in ein oben mit Wattepfropf versehenes und unten capillar ausgezogenes Glasrohr. Bei nicht verflüssigenden und oft ausser-

ordentlich fest und innig mit dem Agar zusammenhängenden Colonieen bleibt kein anderes Mittel, als die herausgeschnittenen Colonieen mit dem anhaftenden Agar zwischen zwei sterilisirten Objectträgern fest zu zerdrücken und zu zerreiben, und von dieser Masse dann etwas in sterilisirte Kochsalzlösung zu vertheilen. — Nachdem so eine kleine Menge der Cultur oder ein Tropfen der Aufschwemmung dem Nährsubstrat zugefügt ist, wird mit einem dünnen Glasstab durch vorsichtige, rotirende und auf- und absteigende Bewegungen das Impfmaterial möglichst gleichmässig in dem Substrat vertheilt, und dann dieses so rasch wie möglich zum Erstarren gebracht. Aufschwemmungen sind im Ganzen zur Impfung entschieden vorzuziehen, weil hier die Quantität sich leichter abschätzen lässt, als bei der directen Uebertragung aus der Cultur.

Nicht immer fallen trotz sorgfältiger Ausführung die Versuche fehlerfrei aus. So kann es vorkommen, dass entweder die Keime sichtlich ungleichmässig vertheilt sind, so dass sich die verschiedenen Zonen nicht scharf abgrenzen; oder die Mischung ist zu energisch gewesen und es sind Luftblasen eingedrungen und fixirt, die dann natürlich das ganze Bild erheblich trüben. Oder die Zahl der Colonieen ist unzweckmässig ausgefallen; sind zu viel Keime in das Substrat gelangt, so wachsen die einzelnen Colonieen nicht so weit aus, dass sie gut beobachtet werden können, sind zu wenig vorhanden, so bleibt es zweifelhaft ob eine Zone wegen des Sauerstoffmangels oder wegen des Fehlens von Keimen steril geblieben ist. Alle solche fehlerhaft ausgefallene Versuche sind von vornherein auszurangiren, und es ist daher stets mit einer grösseren Anzahl von Proben und mit geeigneten Variationen zu arbeiten, um zuverlässiges Beobachtungsmaterial zu erhalten.

Gegenüber der Plattenmethode ist bei diesen Versuchen die Erkennung und Unterscheidung der einzelnen Colonieen insofern erschwert, als die directe Beobachtung mit dem Mikroskop sowie die Entnahme von Proben zur Herstellung mikroskopischer Präparate nicht so leicht gelingt. Jedoch ist nach dem Abschluss der makroskopischen Beobachtung eine solche Ergänzung immerhin ausführbar dadurch, dass man den Inhalt des Röhrchens auf eine sterilisirte Glasplatte bringt (bei Nähragar am besten durch Ausblasen mittelst eines an der Seite bis zum Boden eingeführten, mit Wattepfropf versehenen Capillartrichters), dass man darauf den Gallertkuchen mit sterilisirtem Messer in Scheiben und Stücke zerlegt, und diese unter das Mikroskop bringt. Nach der Diagnosticirung mit Hülfe der schwachen Vergrösserung lässt sich dann die einzelne Colonie noch weiter isoliren und zu Präparaten und zum Ueberimpfen verwenden, ohne dass in einem Zimmer mit ruhiger Luft und bei steter Benutzung frisch sterilisirter Utensilien all zu häufig eine Verunreinigung der Cultur erfolgt.

Ich habe diese Methode der höheren Schichten von festen Nährsubstraten ausserordentlich brauchbar und lehrreich gefunden, und es geht aus den unten mitgetheilten Resultaten auf's deutlichste hervor, dass dabei eine gradweise Verminderung der Sauerstoffzufuhr erreicht wird, die bis zum völligen Fehlen desselben geht und selbst den exquisitesten Anaërobien Wachsthum und Vermehrung gestattet.

2) Culturen unter Oelabschluss lassen sich leicht mit der vorigen Methode combiniren, erschweren das Eindringen des Sauerstoffs erheblich und bewirken somit die gleiche Sauerstoffverringerung schon bei Anwendung niedrigerer Nährbodenschichten. Diese — übrigens mehrfach von anderen Autoren benutzte — Methode habe ich in der Weise angewendet, dass ich das Oel zunächst etwa eine Stunde lang auf freier Flamme kochte, dadurch sterilisirte und von Luft befreite, und nach dem Erkalten vorsichtig in etwa 4 ^{cm} hoher Schicht, auf die festen und bereits geimpften Nährsubstrate aufgoss. Schichten von geringerer Höhe hatten unvollkommene Wirkung. — Die Methode erwies sich für meine Zwecke nur in beschränktem Maasse als brauchbar. Instructiv war die Wirkung des Oelabschlusses bei solchen Bacterien, deren Colonieen gerade an der freien mit der Luft in Berührung stehenden Oberfläche besondere Eigenschaften zeigen, namentlich Farbstoff produciren. Im übrigen erstreckte sich der Einfluss der Oelschicht nicht besonders weit, und die damit versehenen Culturen hatten gegenüber den nach der vorigen Methode behandelten den Nachtheil, dass das überall anhaftende Oel weit weniger gut die Beobachtung unter dem Mikroskop und die Herstellung von Präparaten gestattete.

3) Bedeckung der auf Platten ausgegossenen, mit den Bacterien vermischten Nährgelatine durch dünne Glimmerblättchen ist zuerst von Koch zur Abhaltung des Sauerstoffs empfohlen. Die Glimmerscheiben haben die Stärke von dünnstem Briefpapier; dieselben werden frisch geglüht und nach dem Erkalten auf die noch nicht völlig erstarrte Gelatine so aufgelegt, dass sich keine Luftblasen darunter festsetzen und die schmiegsame Glimmerscheibe sich der Oberfläche der Gelatine auf's genaueste anlegt. Die besonderen Vortheile der Methode bestehen darin, dass sie, wie das Plattenverfahren überhaupt, für die isolirte Entwicklung der Colonieen die günstigsten Bedingungen liefert und ausserdem directe Beobachtung der Colonieen unter dem Mikroskop (bei schwacher Vergrösserung) gestattet. Auch sind verschiedene Abstufungen in der Sauerstoffzufuhr je nach der Entfernung vom freien Rande vorhanden und finden eventuell in der Grösse der Colonieen ihren Ausdruck. Ein Nachtheil der Methode liegt darin, dass sie keinen hinreichend vollständigen Sauerstoffabschluss bewirkt: auch bis zum Centrum der Platte pflegen vom freien

Rande aus allmählich kleine Mengen von Sauerstoff einzudringen, und daher gelangen exquisite Anaëroben überhaupt in dieser Weise nicht zur Entwicklung. In dieser Beziehung können die mit Glimmerscheiben bedeckten Platten offenbar im besten Falle eben so viel leisten als Reagenzgläser mit einer Schichthöhe des Nährsubstrats, die der Entfernung vom Centrum bis zum Rande der Platte entspricht, also höchstens ca. 5 ^{cm}. Feine Sprünge und Risse der Glimmerscheibe bedingen aber meistens einen noch etwas weniger vollständigen Luftabschluss als die von Glaswandungen umgebenen Nährsubstrate von entsprechender Schichthöhe. — Genauere Nachweise über die Leistungsfähigkeit der Methode sind unten im Anhang zu Tabelle II und in Tabelle III gegeben.

4) Austreiben der Luft des Culturgefässes durch Wasserdampf. Entweder füllt man nach Nencki's Vorschlag den Kolben mit Nährsubstrat, versieht dieses mit dem Impfmaterial, und lässt nun das noch flüssige Nährsubstrat bei niederer Temperatur (38°), unter gleichzeitiger Luftverdünnung durch Verbindung des Kolbenhalses mit einer Luftpumpe, sieden. Nachdem das Sieden etwa $^1/_2$ Stunde angehalten hat, wird der Kolbenhals zugeschmolzen und das Glas in den Brütofen gestellt. Dies Verfahren setzt indess bereits einen etwas zu complicirten Apparat und eine zu lange Arbeitszeit voraus, als dass es für zahlreichere Untersuchungen empfehlenswerth wäre. — Leichter und einfacher ist es, unter Fortlassung der Luftpumpe und der Luftverdünnung durch Erhitzen des Nährsubstrats auf 100° den Wasserdampf zu entwickeln, die Luft auszutreiben, und den Kolben zuzuschmelzen. Alsdann muss nur eine Vorrichtung getroffen sein, um nach der Herstellung der Luftleere ohne den zugeschmolzenen Kolben zu öffnen die Einbringung des Impfmaterials zu bewirken. Dies gelingt aber in sehr einfacher Weise durch Anbringung eines sogenannten Infectionsfortsatzes, wie ihn Hüfner[1] und später Rosenbach[2] beschrieben haben. Im Anschluss an die von letzterem Autor empfohlene Modification habe ich die Methode folgendermaassen angewendet; Kölbchen von 250 ^{ccm} Inhalt, aus starkem Glase, mit abgeflachtem Boden und lang ausgezogenem, stark verjüngtem Hals tragen unterhalb der Verjüngung einen horizontalen Fortsatz. Derselbe besteht aus einem Glasrohr, welches da wo es an den Kolbenhals angeschmolzen ist, eine Weite von etwa 3 ^{mm} hat, dann aber, 2 ^{cm} vom Kolbenhals entfernt, zu einem fast capillaren Rohr von etwa 8 ^{cm} Länge ausgezogen ist; nur eine kurze Strecke vor dem Uebergang des capillaren in das weitere Rohr trägt ersteres noch eine kleine kuglige Auftreibung, das Re-

[1] Hüfner, *Journal für praktische Chemie.* N. F. Bd. XIII.
[2] Rosenbach, *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie.* Bd. XVI.

servoir für das Impfmaterial (Fig 1, *r*.). Dieser ganze horizontale Ansatz wird als „Impffortsatz" oder „Infectionsfortsatz" bezeichnet.

In ein solches Kölbchen wird zunächst durch die obere Oeffnung mit Hülfe eines lang ausgezogenen Trichters das Nährsubstrat eingebracht (etwa 20 ccm verflüssigte Nährgelatine oder Nähragar); darauf wird die verjüngte Partie des Kolbenhalses bei a^1 noch weiter ausgezogen, so dass hier demnächst rasch und leicht zugeschmolzen werden kann. Nach dem Erkalten wird dann die offene Spitze des Impffortsatzes in die Aufschwemmung der zu untersuchenden Bacterien eingetaucht und derselbe durch Saugen an der Oeffnung des Kolbenhalses bis *a* gefüllt. Die äusserste Spitze des Impffortsatzes wird nun zugeschmolzen und dann der Kolben auf freier Flamme erhitzt, bis der Wasserdampf in kräftigem Strahle aus der engen Oeffnung des Kolbenhalses entweicht. Wenn dies starke Ausströmen etwa vier Minuten angedauert hat, wird der Hals an der ausgezogenen Stelle rasch zugeschmolzen und die Flamme unter dem Kolben entfernt. Nachdem das Nährsubstrat auf etwa 40° erkaltet ist, wird durch leichtes Anwärmen des Impffortsatzes das Impfmaterial in den Kolben hinübergetrieben und in dem Nährsubstrat durch leichtes Schütteln möglichst gut vertheilt. Der zerbrechliche Impffortsatz wird dann noch zweckmässig bei *a* abgeschmolzen und darauf der Kolben in den Brütofen gebracht.

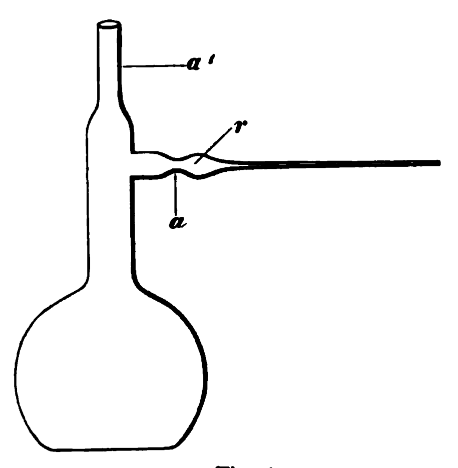


Fig. 1.

Die Methode bietet eine Reihe von Schwierigkeiten und Fehlerquellen, welche sie hinter der erstgenannten und den folgenden an Brauchbarkeit zurücktreten lassen. Dauert nämlich das Sieden nur kurze Zeit, so ist der Erfolg unsicher; bei längerem Kochen aber wird theils das Nährsubstrat leicht zu concentrirt und der Impffortsatz zu stark mit erwärmt. Ferner ist das Abkühlen bis zu dem Punkt, dass das Nährsubstrat noch flüssig, aber auch nicht mehr von einer die Bacterien schädigenden Temperatur ist, oft mit Schwierigkeiten verbunden; verwendet man Nährgelatine, so kann man sich dadurch helfen, dass man dieselbe zunächst bis zum Erstarren abkühlen lässt und dann in Wasser von 35° wieder verflüssigt; bei Agargemischen ist ein Wiederverflüssigen mittelst niedriger

Temperatur nicht möglich und bei diesen sind daher mehrfache Misserfolge fast unausbleiblich. Schliesslich liegt ein entschiedenes Deficit der Methode darin, dass man die gewachsenen Colonieen nicht direct unter dem Mikroskop beobachten und so schwer von ihnen abimpfen kann; und da das Verfahren keineswegs eine vollständigere Entfernung des Sauerstoffs erreicht, als die übrigen Methoden, so empfiehlt sich dasselbe nicht zur ausgedehnteren Verwendung. Ich habe es wesentlich deshalb bei einem Theil meiner Experimente zur Vergleichung herangezogen, weil es früher eine ziemlich häufige Benutzung gefunden hat, und mit unwesentlichen, complicirenden Modificationen auch von Pasteur zum Studium der Anaërobiose verwendet werde.

5) Verdrängung der Luft durch Ueberleiten einer anderen Gasart (CO_2, H) über das Nährsubstrat. Dies Verfahren ist bereits früher häufiger zur Anwendung gekommen, und in letzter Zeit namentlich von E. und H. Buchner[1] empfohlen. Die Buchner'sche Vorrichtung besteht in einer Glaskugel, von welcher aus zwei Röhren nach entgegengesetzten Seiten eine kurze Strecke horizontal, dann vertical aufwärts geführt sind; beide wenden sich schliesslich durch eine nochmalige Krümmung nach abwärts und enden hier mit je einem kurzen, offenen, mit Wattepfropf versehenen Schenkel. Die Kugel wird bis zur Abgangsstelle der Glasrohre mit Nährsubstrat gefüllt; nach der Füllung wird ein kräftiger CO_2-Strom durchgeleitet, und nachdem dieser etwa eine halbe Stunde lang angehalten hat, werden die Glasrohre mittelst Kautschukschlauchs und Klemmschraube verschlossen. Buchner hat empfohlen, mehrere solche Apparate mit einander zu verbinden, die dem CO_2-Apparat zunächst gelegenen mit anaëroben Bacterien, die letzten der Reihe mit Aëroben zu inficiren, und in der Mitte die zu prüfenden Bacterien einzuschalten.

Eine noch einfachere Vorrichtung benutzte neuerdings Hauser.[2] Ein Reagensglas mit Nährgelatine trägt einen horizontalen Fortsatz aus Glasrohr nahe über dem Nährsubstrat, einen anderen 1 bis 2 ^{cm} höher dem ersteren gegenüber; mittelst dieser Fortsätze wird Wasserstoff durch das Glas geleitet, und dann werden beide sowie das obere Ende des Glases zugeschmolzen.

Ich habe folgende Modification sicherer und practischer gefunden: Reagensgläser, die am oberen Ende stark ausgezogen sind, tragen etwa 5 ^{cm} über dem Boden ein seitliches Ansatzrohr, das 3 ^{cm} horizontal läuft und dann nach abwärts gebogen ist. Der letztere etwa 2 ^{cm} lange Theil des Rohres ist unten offen und mit einem langen Wattepfropfen ver-

[1] E. Buchner, *Zeitschrift für physiologische Chemie.* 1885. — H. Buchner, *Archiv für Hygiene.* Bd. III. Heft 3 und 4.

[2] Hauser, *Ueber Fäulnissbacterien.* Leipzig 1885.

sehen. Zunächst wird auch die obere Oeffnung mit Watte verschlossen und dann der ganze Apparat bei 180° sterilisirt. Darauf wird das Ansatzrohr bei *a* (Fig. 2) dünn ausgezogen, um hier später das Abschmelzen zu erleichtern. Nun werden 10 ccm verflüssigte Nährgelatine oder Nähragar mit dem Impfmaterial möglichst gleichmässig gemischt und durch einen lang ausgezogenen Trichter unter Lüftung des oberen Wattepfropfens in die Reagensgläser gegossen. Nach dem Aufsetzen des Wattepfropfens ist die verjüngte Stelle des Halses zweckmässig noch weiter auszuziehen, um auch hier das Zuschmelzen möglichst leicht zu machen; dann verbindet man das Ansatzrohr bei *b* durch einen gut schliessenden Kautschukschlauch mit dem Ableitungsrohr eines CO_2- oder H-Apparates und lässt $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde lang einen kräftigen Strom durch den Apparat streichen. Darauf wird zunächst die am Halse gelegene verjüngte Stelle zugeschmolzen, dann das Ansatzrohr bei *a*. Während der ganzen Durchleitung befinden sich die Röhrchen in einem auf 30 bez. 40° temperirten Wasserbade, um die Gelatine bez. den Nähragar flüssig zu erhalten. — Zur Gasentwicklung bediente ich mich Kipp'scher Apparate. Anfangs verwendete ich CO_2, doch beobachtete ich einige Male eine entschiedene Wachsthumshemmung von Bacterien, die nicht durch Sauerstoffentziehung verursacht sein konnte, so dass ich zu der Ueberzeugung gekommen bin, dass die CO_2 für einige besonders empfindliche Arten kein indifferentes Gas repräsentirt. Die starke Absorption dieses Gases in Flüssigkeiten und seine Rolle als entschiedenstes Excret machen es sehr wohl verständlich, dass manche Arten eine Beeinträchtigung ihrer Entwicklung durch die angehäufte CO_2 erfahren; wie aus Tab. III hervorgeht, scheinen namentlich Anaërobien in dieser Beziehung empfindlich zu sein. — Ich habe daher in der Folge lediglich H-Gas verwendet, das ich aus reinem Zn und Schwefelsäure bereitete und durch zwei Waschflaschen hindurchleitete, deren eine mit Bleilösung zur Absorption etwaiger H_2S-Spuren, und deren andere mit frisch bereiteter

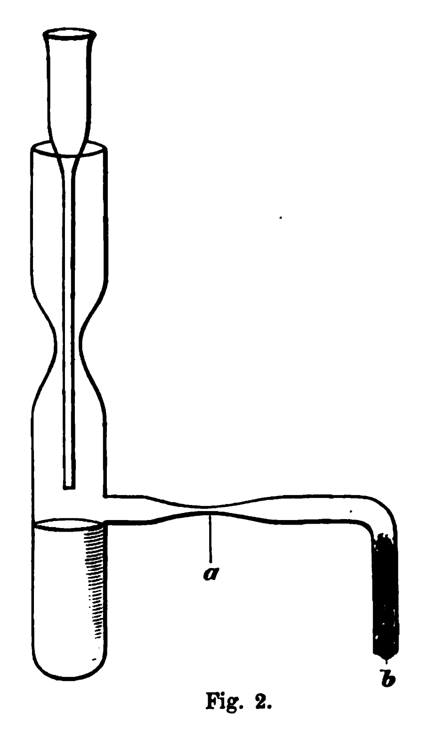


Fig. 2.

alkalischer Pyrogallollösung zur Absorption von Sauerstoffbeimengungen beschickt war.

Um eine noch vollständigere Entfernung der in den Nährsubstraten enthaltenen, eventuell in Form von Luftbläschen fixirten atmosphärischen Luft zu bewirken, habe ich später dieselben Apparate so eingerichtet, dass eine Durchleitung durch das verflüssigte Nährsubstrat möglich war. Zu dem Zweck war an das seitliche Ansatzrohr im Inneren des Reagenzglases noch ein rechtwinklig nach abwärts gebogenes und bis zum Boden reichendes Glasrohr angeschmolzen (Fig. 3).[1] Die Zubereitung und der Gebrauch dieser Gläser war wie bei den vorbeschriebenen, nur erforderte die Durchleitung des Gases hier etwas mehr Vorsicht. War der Strom zu stark, so schäumte die Flüssigkeit zu heftig und wurde schliesslich bis in den oberen Wattepfropfen getrieben; bei Agarmischungen kam es leicht zur Bildung sehr zäher oder völlig erstarrter Häutchen, wenn nicht von Zeit zu Zeit der obere Theil des Glases mittelst einer Gasflamme vorsichtig erwärmt wurde. Andererseits bot selbstverständlich ein schwacher Gasstrom keine genügende Garantie für vollständigen Luftabschluss. Es ist immerhin einige Uebung erforderlich, ehe die richtige Stärke des Gasstroms und die richtige Behandlung der Apparate in allen Fällen gelingt. — Dafür erzielt man aber auch eine sehr vollständige Entfernung des Sauerstoffs, ohne das Impfmaterial im geringsten zu gefährden, und die Methode hat mir daher für das Studium einiger Fragen aus dem Gebiet der Anaërobiose sehr brauchbare Resultate ergeben.

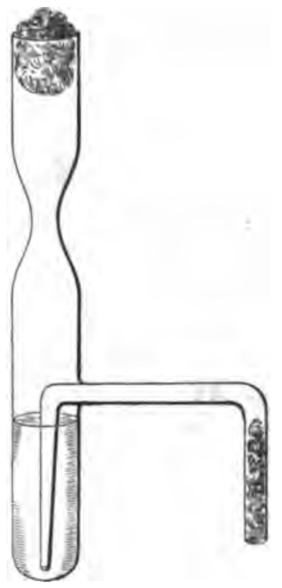


Fig. 3.

7) Die erschwerte Beobachtung und Untersuchung der gewachsenen Colonieen in den letztbeschriebenen Versuchen legte den Wunsch nahe, das gleiche Princip der Verdrängung der Luft aus den Culturgefässen durch Wasserstoff auch für Gelatine- oder Agarplatten in Anwendung zu bringen. Es wurde daher der Versuch gemacht, die mit dem Impfmaterial vermischte Nährgelatine (oder Nähragar) in üblicher Weise auf Glasplatten auszugiessen und diese dann in luftdicht verschliessbaren Gefässen zu

[1] Die Durchleitungsgläser wurden in sorgfältiger Ausführung zu dem Preise von 4 Mk. pro Dutzend, die Ueberleitungsgläser halb so theuer vom Universitäts-Mechanikus Apel in Göttingen geliefert.

halten, aus welchen nach dem Einlegen der Platten alle Luft verdrängt wurde. — Anfänglich verwendete ich Glasglocken, die mit Luftpumpenfett auf einer matten Glasplatte hafteten; dieselben waren aber bei höheren Temperaturen und bei stärkerem Ueberdruck unzuverlässig. Ich construirte daher später einen Apparat von folgender Form: Eine doppelt tubulirte Glasglocke sitzt auf einer sehr starken Glasplatte auf, jedoch nicht unmittelbar, sondern zunächst auf einem $1^1/_2$ cm breiten und 5 mm dicken Ringe aus vulcanisirtem Kautschuck. Gegen diesen Ring wird die Glocke fest angepresst durch den hölzernen, in der Mitte ausgeschnittenen und auf der Kuppel der Glasglocke gut aufliegenden Deckel *a*, der durch vier eiserne Stangen (*b*) mit der hölzernen Unterlage *c* verbunden ist. Ueber dem Deckel ist an jeder der vier eisernen Stangen ein Gewinde angebracht, auf denen eine Schraubenmutter sitzt, sodass durch Anziehen der letzteren mittelst eines Schlüssels ein sehr energischer Druck auf den Deckel *a* und auf die Glasglocke ausgeübt werden kann. Die Glocke wird auf diese Weise leicht so zuverlässig gegen den Kautschuckring angepresst, dass ein dauernder luftdichter Verschluss resultirt. Jeder Tubulus der Glocke ist in üblicher Weise mit einem durchbohrten Kautschuckstopfen versehen; die in der Bohrung steckenden Glasrohre werden mit Kautschuckschläuchen überzogen, die durch kräftige Quetschhähne verschliessbar sind.

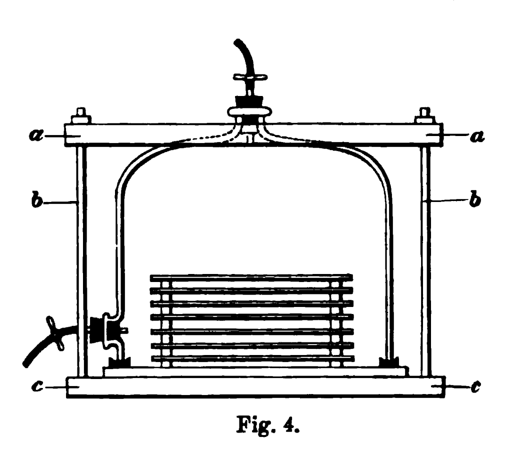


Fig. 4.

— Die Apparate wurden in jedem einzelnen Versuch durch Manometer auf ihre Dichtigkeit selbst bei starkem Ueberdruck geprüft. Die Verdrängung der Luft geschah wie bei den Reagensgläsern durch entsprechend längere Durchleitung von Wasserstoffgas. — Da es vorkam, dass eine der Glasglocken beim festen Anziehen der Schrauben zersprang, und da andererseits doch nur unter Anwendung massiver Gewalt zu einem zuverlässig dichten Verschluss zu gelangen war, versuchte ich den ganzen Apparat aus Metall herstellen zu lassen; ich hatte dabei ferner einen etwas geringeren Umfang der ganzen Vorrichtung im Auge, weil der Glasglockenapparat übermässig viel Platz im Brütofen beanspruchte. Ein starker kupferner Topf von cylindrischer Form mit nach aussen vorspringendem oberen Rande trug unter letzterem einen eisernen Ring mit drei in Charnieren beweglichen starken Schrauben; letztere konnten

in Einschnitte eines anderen eisernen Ringes eingefügt werden, der auf den Deckel aufgelegt wurde, und konnten dann je durch eine Schraubenmutter so fest angezogen werden, dass der Deckel mit grosser Gewalt gegen den überstehenden Rand des Topfes gepresst wurde. Zwischen diesen Rand und den Deckel wurde ein Kautschuckring gelegt, und auf diese Weise gelang es vollständig sicher, einen dauernden luftdichten Verschluss herzustellen. Der Deckel wurde durchbohrt von zwei Messingrohren, deren eines kurz unter dem Deckel endete, während das andere bis zum Boden des Gefässes reichte; nach aussen gingen beide Rohre in Ansatzstücke für Kautschuckschläuche über, und in diesen Ansatzstücken waren sorgfältig eingeschliffene Hähne angebracht. Der Wasserstoff wurde durch das tief reichende Rohr eingeleitet. Die Gelatine- oder Agarplatten wurden auf einer kleinen Etagère aus Messing rangirt und mit dieser in den Apparat eingesetzt. Der Verschluss erwies sich stets als absolut dicht und durchaus zuverlässig. Letzterer Umstand, sowie die compendiöse Form des Apparates lassen ihn dem vorbeschriebenen entschieden überlegen erscheinen; als ein, übrigens nicht hoch anzuschlagender Nachtheil möchte es zu bezeichnen sein, dass die Platten nicht ohne Oeffnen des Apparates oberflächlich besichtigt werden können, wie das bei Anwendung von Glasgefässen der Fall ist.

7) Combinirte Methoden. Die Versuche mit den im O-freien Raume gehaltenen Platten ergaben insofern keine völlig befriedigenden Resultate, als die exquisitesten Anaëroben dort nicht zum Wachsen gebracht werden konnten. Um eine noch vollständigere Entfernung des Sauerstoffs zu erzielen, machte ich daher den Versuch, die erste Methode, bei welcher höhere Schichten des festen Nährbodens verwendet wurden, mit dem zur Conservirung von Platten im sauerstofffreien Raum bestimmten Apparat zu combiniren. Das mit dem Impfmaterial versetzte Nährsubstrat wurde statt auf Glasplatten in cylindrische Schälchen von etwa 6 ^{cm} Durchmesser und von solcher Höhe gegossen, dass eine mindestens 1 ^{cm} hohe Schicht gebildet wurde. In diesen Schälchen liessen sich auch die in der Tiefe gewachsenen Colonieen direct bei schwacher Vergrösserung beobachten; zum Herstellen von Praeparaten und zum Abimpfen musste allerdings der Inhalt der Schälchen in derselben Weise wie bei dem erstgeschilderten Verfahren zerlegt werden.

Um ferner die letzten nach der Wasserstoffdurchleitung etwa noch im Apparat zurückbleibenden Spuren von Sauerstoff zu entfernen, wurde in diesen ausserdem ein Cultur-Schälchen eingesetzt, das mit rasch wachsenden Bacterien geimpft war, und zwar mit solchen, die auch bei geringer Sauerstoffzufuhr gedeihen, die aber etwa vorhandenen Sauerstoff rasch verbrauchen und statt dessen CO_2 und andere Gase produciren. Diese

Bedingungen werden beispielsweise von **Hauser**'s Proteus vulgaris erfüllt. und ich habe daher in der Folge mehrfach solche Proteus-Culturen zur Vervollständigung der Sauerstoffentziehung in die geschilderten Platten-Apparate mit eingeschlossen. Durch die genannten combinirten Mittel war es möglich, auch die exquisiten Anaërobien in isolirten, der mikroskopischen Beobachtung direct zugänglichen Colonieen gerade so gut zu erhalten, wie wir dies bei den mittelst der gewöhnlichen Platten cultivirbaren Aërobien gewöhnt sind.

Dasselbe Ziel kann freilich annähernd auch dadurch erreicht werden. dass man das geimpfte Nährsubstrat in sehr weite und hohe Cylindergläser eingiesst und so eine entsprechende Vertheilung der Colonieen und in den unteren Schichten zugleich hinreichenden Sauerstoffabschluss herstellt. Es ist dann aber ein solcher Verbrauch von Nährsubstrat erforderlich. dass die öftere, wiederholte Anwendung der Methode schon daran scheitert; und ausserdem büsst man dabei die werthvolle directe Beobachtung der Colonieen unter dem Mikroskop ein, die erst durch das Zerschneiden und Zerstören der Cultur möglich wird.

Ueber die Leistungsfähigkeit der beschriebenen Methoden und über die Vollständigkeit, mit welcher sie die Entfernung des Sauerstoffs zu bewirken vermögen, lässt sich zunächst durch chemische Prüfungsmittel ein Urtheil gewinnen.

Da es mir bei meiner ganzen Versuchsreihe durchaus nicht darauf ankam, die minimalsten Spuren von Sauerstoff in den Culturgläsern auszuschliessen, so habe ich auf die empfindlicheren und nur schwierig anzuwendenden chemischen Mittel zur Sauerstoffprüfung (Ferroferrocyanür. alkalisches Pyrogallol, hydroschwefligsaures Natron u. s. w.) verzichtet. Mir kam es wesentlich darauf an, das Verhalten der verschiedenen Bacterienarten bei einem gewissen, natürlich **möglichst** hohen Grade von Sauerstoffmangel kennen zu lernen und die einzelnen Methoden daraufhin zu vergleichen, ob sie diesen O-Mangel mehr oder weniger vollständig herstellen.

Ich begnügte mich daher mit einigen Versuchen mit Indigotinlösung. Von dieser wurde eine zur deutlichen Färbung ausreichende Menge einem Gelatine- oder Agargemisch zugesetzt, welches sich von den gewöhnlich benutzten Nährsubstraten durch einen Gehalt von 1 Proc. Dextrose und etwas Kalilauge (pro 10 ^{ccm} 3 Tropfen einer 10procentigen Lösung) unterschied. Die blaue Mischung wurde kurz aufgekocht, wodurch die Farbe völlig verschwand; ich beobachtete dann, wann wieder Blaufärbung, ver-

anlasst durch den Zutritt von Sauerstoff und Oxydation des entstandenen Indigweiss, eintreten würde. Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der erhaltenen Resultate; die Zahlen in den ersten zwei Rubriken bedeuten die Höhe der blaugefärbten Zone in Centimetern von der Oberfläche nach abwärts gerechnet.

Tabelle I.

Zeit	Reagens-glas-Cultur mit Luftzutritt	Reagens-glas-Cultur mit Oelschicht	Gelatine-Platte mit Glimmerscheibe	Versuch im Hüfner'-schen Apparat	Wasserstoff-	
					Ueber-leitung	Durch-leitung
Nach 7 Min.	0·3	0·3	—			
„ 15 „	—	—	—			
„ 1 St.	0·7	0·5	—			
„ 5 „	—	—	Blaufärbung allseitig 0·5 cm unter d. Rand der Glimmerscheiben vorgedrungen.	Keine Spur von Blaufärbung.	Keine Spur von Blaufärbung.	Keine Spur von Blaufärbung.
„ 24 „	1·4	0·7				
„ 2 Tag.	—	—	Blaufärbg. 1 cm vorgedrungen.			
„ 2½ „	2·5	0·7				
„ 10 „	—	—	Blaufärbg. bis zum Centrum.			Nach O-Durchleitg. sofort Blaufärbg.

Danach gelingt die Entfernung des Sauerstoffs entschieden am vollständigsten beim Austreiben der Luft durch Wasserdampf oder Wasserstoffgas; ferner zeigen die mehr als 3 cm unter der Oberfläche gelegenen Schichten der festen Nährsubstrate ungefähr denselben Grad von O-Freiheit. Aufgiessen einer Oelschicht hat nicht etwa nur einen verzögernden Effect, sondern die Tiefe bis zu welcher der Sauerstoff eindringt, ist auch erheblich geringer. Bei der Bedeckung mit Glimmerscheiben ist das Vordringen des Sauerstoffs etwas langsamer als in den Reagensgläsern, erstreckt sich schliesslich aber über die ganze Ausdehnung der Platte.

Nachdem ich so eine vorläufige Orientirung über die Leistungsfähigkeit der Methoden erhalten hatte, ging ich dazu über, das Verhalten verschiedener Bacterien in diesen mehr oder weniger O-freien Apparaten zu studiren, um so theils für das Sauerstoffbedürfniss der Bacterien, theils für den Werth der einzelnen Methode neue Anhaltspunkte zu gewinnen. Ich bediente mich dazu einer grösseren Reihe rein cultivirter und in ihren übrigen Eigenschaften gut bekannter Bacterienarten; jede einzelne derselben wurde in hoher Nährbodenschicht, unter Oel, in Gläsern welche mittelst Wasserstoffüberleitung, und in solchen welche mittelst Wasserstoff-

durchleitung von Luft befreit waren, ferner in manchen Fällen noch in den Hüfner-Rosenbach'schen Apparaten gezüchtet.

Die Ergebnisse dieser Versuche, soweit sie zunächst aërobe Bacterien betreffen, sind in der Tabelle II zusammengestellt.

Die vereinzelten Versuche mit dem Hüfner'schen Apparat sind nicht in einer besonderen Rubrik, sondern in der Columne: H-Ueberleitung notirt. Die Versuche mit Glimmerplatten, die ebenfalls nicht bei allen Bacterienarten ausgeführt wurden, sind am Schluss der Tabelle zusammengestellt.

Als Nährsubstrat diente mir die übliche Fleischinfuspeptongelatine (bezeichnet durch N. G.) mit fünf oder sieben, zuweilen zehn Procent Gelatine; oder Nähragar, in derselben Weise bereitet, nur statt der Gelatine mit ein Procent Agarzusatz; oder beide Nährmedien mit einer Zugabe von ein oder zwei Procent Traubenzucker; oder Blutserum. Die Agargemische werden nur bei einer gewissen Bereitungsweise auch für Platten und Schälchen gut brauchbar: sie müssen etwa 12 Stunden über freier kleiner Flamme in beständigem Aufwallen gehalten werden, unter zeitweisem Ersatz des abgedunsteten Wassers; sie setzen sich dann stets ganz klar ab und lassen sich abgiessen oder durch ein mit kochendem Wasser angefeuchtetes Faltenfilter filtriren. Der Zuckersusatz musste bei diesen Agargemischen erst nach dem anhaltenden Kochen geschehen, weil sonst zu starke Braunfärbung eintrat.

Dass das Sterilisiren der Gefässe, Utensilien, Nährsubstrate u. s. w. u. s. w. stets in vorschriftsmässiger Weise ausgeführt wurde, brauche ich wohl kaum besonders hervorzuheben.

Da trotz aller Sorgfalt Fehler und Irrthümer namentlich bei Anwendung der complicirteren Methoden niemals ausgeschlossen waren, habe ich mich nie auf einen einzelnen Versuch beschränkt, sondern habe stets mehrere sich gegenseitig controlirende Experimente angestellt, deren Zahl weiter vermehrt wurde, sobald sich Differenzen ergaben. Einzelne dieser Controlversuche sind in den folgenden Tabellen aufgeführt; die Mehrzahl derselben ist jedoch nicht erwähnt, und die mitgetheilten Resultate sind dann als das übereinstimmende Ergebniss mehrerer Experimente anzusehen. — Die Reinheit der Culturen wurde während der Versuche häufig durch mikroskopische Untersuchung, durch Plattenculturen und Thierversuche festgestellt.

Um zu sehen, ob in den mittelst H-Durchleitung sauerstofffrei gemachten Gläsern die Wachsthumshemmung wirklich nur durch den Sauerstoffmangel bedingt sei, und ob nicht etwa durch Missglücken der Impfung oder dgl. das Ausbleiben der Colonieen bedingt war, habe ich mehrfach, nachdem die Nährsubstrate lange steril gewesen waren, die Spitze des zugeschmolzenen Glases abgebrochen und mit einem luftdurchlassen-

den Wattepfropfen versehen, oder ich habe um rascheren Sauerstoffzutritt zu erzielen, einen Strom von reinem Sauerstoffgas kurze Zeit durch das Glas geleitet. Zu letzterem Zweck wurden die beiden zugeschmolzenen Stellen mit Sublimatlösung abgewaschen und mit sterilisirtem Fliesspapier getrocknet. Dann wurde die obere Spitze des Röhrchens in einen Bausch von sterilisirter Watte gehüllt und in dieser abgebrochen; der seitliche Fortsatz wurde mittelst sterilisirten Kautschuckschlauchs mit einem Glasrohr verbunden, welches einen Wattepfropfen enthielt und mit einem Gasometer in Verbindung stand. Es wurde dann die Spitze des seitlichen Fortsatzes in dem Kautschuckschlauch abgebrochen, und kurze Zeit ein Strom von Sauerstoff (aus $KClO_3$ und Braunstein bereitet und mit alkalischer Jodkaliumlösung gewaschen) durchgeleitet. In solcher Weise gelang es regelmässig, das Hineingelangen verunreinigender Bacterien zu vermeiden, und nur die geimpften, durch den O-Mangel bisher gehemmten Bacterien zur Entwicklung von Colonieen zu bringen. Diese Versuche sind in den Tabellen als „Controle (+ O)“ bezeichnet.

Tabelle II.

Ergebnisse der Versuche über das Wachsthum aërober Bacterienarten bei Beschränkung der Sauerstoffzufuhr.

[N. G. bedeutet = Nährgelatine; N. G. + Z. = Nährgelatine mit Zusatz von 1 bis 2 Procent Traubenzucker; T. = die Zeitdauer von der Anstellung des Versuches bis zur Beobachtung, in Tagen, falls nichts anderes notirt ist; 0 oder „Nichts“ = bedeutet, dass kein Wachsthum constatirt werden konnte. — Wo die Schichthöhe der Nährböden nicht besonders notirt ist, betrug dieselbe 5 cm.]

Rosa Hefe.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Nichts Deutliches.	1	Nichts Deutliches.	1	—		—		—	
	Durchweg ziemlich zahlreiche kleine Colonieen.	8	1·0 cm frei, darunter durchweg zahlreiche Pünktchen.	8						
	An der Oberfläche Colonieen grösser, zum Theil rosa.	5	Keine Veränderung.	5						
	Oben grosse, schön rosa gefärbte Colonieen, darunter kleine weisse.	21	0·2 cm frei, darunter einzelne deutliche Colonieen, weiter abwärts nur Pünktchen, keine Färbung.	21						
	Keine Veränderung.	60	Keine Veränderung.	60						
N. G. + 1% Z.	Durchweg sehr kleine Colonieen, oben am dichtesten.	1	—		Nichts. Controle (+ O):	30	Nichts. Controle (+ O):	30		
	Fortschreitendes Wachsthum der obersten Colonieen und beginnende Rosafärbung.	3			Durchweg zahlreiche Pünktchen.	1	Nichts Deutliches.	5		
					In den oberen Schichten gröss. Col. Färbung noch nicht deutlich.	5				

Bacillus prodigiosus.

Nährsubstrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung			
							H.	T.	O.	T.
N. G.	Durchweg zahlreiche Colonieen, 0·2 cm verflüssigt.	1	0·2 cm unter dem Oel frei, darunter durchweg zahlreiche Colonieen.	1	Durchweg zahlreiche Colonieen, kein Gas.	1	Durchweg zahlreiche Colonieen, kein Gas.	1	—	
	Gänzliche Verflüssigung, trübe.	5	Gänzliche Verflüssigung, klar.	5	Gänzliche Verflüssigung.	3	Gänzliche Verflüssigung.	3		
	Röthliche Färbung.	24	Farblos.	24	Kein Gas, farblos.	13	Kein Gas, farblos.	13		
N. G. + 1% Z.	Durchweg zahlreiche Colonieen.	1	—		Durchweg zahlreiche Col.	1	Durchweg zahlreiche Col.	1	—	
	0·6 Verflüssigung.	3			Eine Gasblase.	3	Viele Gasbläschen.	3		
	Kein Gas.				Keine Verflüssigung, farblos.	28	Keine Verflüssigung, farblos.	28		
„	11 cm hohe Schicht.									
	Durchweg sehr zahlreiche Colonieen.	1	—		—		—		Durchweg zahlreiche Colonieen.	1
	1 cm verflüssigt, kein Gas.	3							1 cm verflüssigt, kein Gas.	3

Bacillus subtilis.

Nährsubstrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Durchweg Colonieen, oben grössere, nach unten an Grösse stetig abnehmend.	1½	0·3 cm unter dem Oel frei, dann nach unten an Grösse abnehmende Colonieen.	1½	—		—		—	
	2·5 cm verflüssigt, darunter an Grösse abnehmende kleine Colonieen mit Verflüssigungszonen.	6	Die Colonieen zeigen schmale Verflüssigungszonen.	6						
	Gänzliche Verflüssigung.	21	1·5 cm verflüssigt, darunter wie früher.	21						
			2·0 cm verflüssigt.	90						
N. G. + 1% Z.	Oben deutliche Colonieen.	1	—		Nichts.	28	Nichts.	28	Controle.	
					Controle (+ O):				Durchweg zahlreiche Colonieen.	1½
	Oben kräftiges confluirendes Wachsthum, beginnende Verflüssigung.	2			Oben zahlreiche Colonieen.	1½			Oben beginnende Verflüssigung.	2½
					0·3 cm verflüssigt.	2½			Durchweg deutliche Colonieen, oben am grössten.	1½
	Oben deutliche Colonieen, darunter nichts.		—		—		—		0·4 cm Verflüssigung.	2½
									2·0 cm Verflüssigung.	11

Bacillus aërophilus.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung			
							H.	T.	O.	T.
N. G.	An der Oberfläche grössere Colonie, dicht darunter kleinere, weiter unten nichts mehr.	2	Kein Wachsthum.	70	—		—		—	
	Allmählich abwärts schreitende Verfl.									
	Gänzliche Verfl.	9								
N. G. + 1% Z.	In der obersten Schicht dichte punktförmige Colon.	1	—		Nichts. Controle (+ O):	28	Nichts. Controle (+ O):	28	—	
	0·5 cm verflüssigt, darunter nichts.	2			0·3 verflüssigt, darunter nichts Deutliches.	$1^1/_2$	Durchweg zahlr. kleine Colonieen.	$1^1/_2$		
	1·5 cm verflüssigt.	13					Die Colonieen sind grösser geworden und besitzen Verflüssigungszonen.	$2^1/_2$		
„	In der obersten Schicht deutliche kleine Colonieen.	$1^1/_2$	—		—		—		Durchweg deutliche Colonieen, am grössten in der obersten Schicht.	$1^1/_2$
	0·5 cm verflüssigt, darunter nichts.	7							1·5 cm Verflüssig.	7
	1·7 cm verflüssigt, darunter nichts.	11							2·0 cm Verflüssig.	11

Bacillus acidi lactici.

Nährsubstrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	—		—		Durchweg zahlreiche Colonieen.	1	Durchweg zahlreiche Colonieen.	1	—	
					Colonieen grösser, kein Gas.	11	Colonieen grösser, kein Gas.	11		
N. G. + 1% Z.	11 cm hohe Schicht Durchweg sehr zahlr. Colonieen.	1	—		—		—		Durchw. sehr zahlr. Colonieen, kein Gas.	1
	Colonieen grösser, kein Gas.	11							Colonieen grösser, kein Gas.	11

Proteus vulgaris.

Nährsubstrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G. 10%	—		—		Durchweg zahllose Colonieen, kein Gas.	1	Durchweg zahllose Colonieen, kein Gas.	1	—	
					Grösstentheils verflüssigt, kein Gas.	3	Oberflächlich verflüsssigt, kein Gas.	3		
N. G, + 1% Z.	11 cm hohe Schicht Durchweg zahllos, oben homogene Trübung.	1	—		Durchweg zahllose Colonieen, kein Gas.	1	Durchweg zahllose Colonieen, kein Gas.	1	Durchweg zahllose Colon., oben homog. Trübung, kein Gas.	1
	Massenhafte Gasentwickelung, keine Verflüssigung.	3			Fortschreitendes Wachsthum, reichl. Gasentwickelung. Keine Verflüssig.	3	Fortschreitendes Wachsthum, reichl. Gasentwickelung. Keine Verflüssig.	3	0·6 cm Verflüssig., starke Gasentwickelung.	3
	0·8 cm Verflüssig.	5			Keine Verflüssig.	11	Keine Verflüssig.	11		

Bacillus cyanogenus.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Durchweg sehr zahlreiche Pünktchen, in d. ob. Schicht gröss., an der Oberfläche bläulich. Schimmer.	$1^1/_2$	Unter dem Oel schmale freie Zone, darunter durchweg sehr zahlreiche feine Pünktchen.	$1^1/_2$	—		—		—	
	Oben schwarzblau, 1 cm abnehmende Blaufärbung, darunter keine fortschreitende Entwickelung.	4	Unter der freien Zone eine schmale Zone dichter kleiner Colonieen, darunter nichts Deutliches.	4						
	Die oberen 2·5 cm blau, darunter wie früher.	75	Keine Veränderung, keine Färbung.	75						
N. G. + 1% Z.			—		Nichts.	30	Nichts.	30	—	
					Controle (+ O):		Controle (+ O):			
	In d. oberen Schicht zahlr. kl Colonieen.	1			Oben sehr zahlreiche Colonieen.	1	Durchweg zahlreiche Pünktchen.	1		
	Kräftiges Oberflächenwachsthum, in der oberen Schicht schöne Blaufärbung.	2			Oben starke Blaufärbung.	3	Oben die Colonieen am grössten; beginn. Blaufärbung, die dann von Tag zu Tag stärker wird.	2		
„	Oben zahlreiche kleine Colonieen und beginnende Blaufärbung.	$1^1/_2$	—		—		—		Durchw. zahlreiche deutliche Colonieen, oben am grössesten, beginn. Blaufärbg.	$1^1/_2$
	Blaufärbg. stärker.	$2^1/_2$							Blaufärbg. stärker.	$2^1/_2$
	Oben fortschreitendes Wachsthum, dunkelblaue Färbung.	11							Oben fortschreitend. Wachsth., dunkelindigoblaue Färbg. in d. oberen Hälfte.	11

Bacillus fuscus.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Nichts Deutliches.	1	Nichts Deutliches.	1	—		—		—	
	Durchweg nicht sehr zahlreiche, kleine Colonieen.	3	Durchweg ziemlich zahlreiche, kleine Colonieen.	3						
	In der oberen Parthie Colon. grösser, an der Oberfläche bräunliche Färbung.	5	Keine Aenderung.	5						
	In d. oberst. Schicht braune Colon, darunter kleine, weisse.	60	Keine Färbung.	60						
N. G. + 1% Z.	Nichts Deutliches.	1	—		Nichts.	30	Nichts.	30	—	
					Controle (+ O):		Controle (+ O):			
	In der obersten Schicht dichtes Wachsthum.	3			Durchw. zahlreiche Pünktchen, in der obersten Schicht deutliche Colonieen.	4	Durchweg ziemlich zahlr. Pünktchen.	5		
							Durchweg deutliche Colonieen.	6		
	An der Oberfläche grosse braune Col.	9			Oben schwache Braunfärbung.	7	Oben deutliche Braunfärbung.	8		

Bacillus aquatilis fuscus.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G. + 1% Z.	Im obersten Theil mehrere deutliche kleine Colonieen.	1	—		Nichts.	30	Nichts.	30	—	
					Controle (+ O):		Controle (+ O):			
	In d. oberst. Schicht zahlreichere u. gröss. Col.; schöne kastanienbraune Färbung in der Umgebung.	8			Nichts.	5	Nichts.	5		

Sarcina lutea.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
	Nichts Deutliches.	1	Nichts Deutliches.	1	—		—		—	
	Zieml. zahlr. kleine Colonieen durchweg nach abwärts an Grösse abnehmend.	3	1·0 cm freie Zone, darunter durchweg zahlr. Pünktchen.	3						
N. G.	In der oberen Hälfte grössere, gelbe Col. unt. kleinere weisse.	3	Zahlreiche kleine Colonieen, bis an's Oel reichend.	5						
	Keine Veränderung.	60	In der oberen Hälfte die Colonieen etwas grösser u. gelblich(?)	9						
			Keine Veränderung.	60						
					Nichts.	30	Nichts.	30		
					Controle (+ O):		Controle (+ O):			
	Durchweg zahlr. kleine Pünktchen.	1	—		Durchweg zahlr. Pünktchen, am deutlichsten oben.	1	Nichts Deutliches.	1	—	
	In der ober. Parthie werden die Colon. grösser.	3					Durchweg zahlr. deutliche Colonieen.	2		
					Oben Stich in's Gelbliche.	3	Die oberen Colon. grösser. Stich in's Gelbe.	3		
N. G.	In der obersten Schicht schöne Gelbfärbung.	9			Colon. oben grösser. Gelbfärbung.	9	Gelbfärb. deutlicher.	9		
+ 1% Z.	11 cm hohe Schicht Nichts Deutliches.	1	—		—		—		Nichts Deutliches.	1
	1·5 cm von der Oberfläche abwärts deutl. Colon., ganz oben am grössten und deutl. gelb gefärbt; darunter nichts Deutliches	3							Durchweg zahlr. deutliche Colonieen, am dichtesten oben; an der Oberfläche beginnende Gelbfärbung.	3

Bacillus fluorescens liquefaciens.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Durchweg zahlreiche feinste Pünktchen.	1	Unt. dem Oel 0·8 cm freie Zone, darunter durchw. zahlreiche Pünktchen.	1	—		—		—	
	0·2 cm verflüssigt, grün, darunt. durchweg zahlr. Pünktchen, hie u. da einzelne grössere, von Höfen umgeben.	3	0·7 cm freie Zone, darunter keine Veränderung.	3						
	3·5 cm verflüssigt, durchweg grün.	60	Unveränd., wed. Verflüssig. noch Färbg.	60						
N. G. + 1% Z.	In d. oberen Schicht zahlreiche deutliche Colonieen, darunter nichts.	1	—		Nichts.	30	Nichts.	30	—	
					Controle (+ O):		Controle (+ O):			
					In d. oberen Schicht zahlr. Pünktchen.	1	Durchw. zahlreiche kleine Colonieen.	1		
	Beginnende Verflüssigung, keine deutliche Grünfärbung.	9			0·3 cm Verflüssigung, Stich in's Grünliche.	4	0·6 cm verflüssigt, Stich in's Grünliche.	4		
	11 cm hohe Schicht.									
	In d. oberst. Schicht zahlr. kleine Colon.	1	—		—		—		Durchw. zahlreiche kleine Colonieen.	1
	0·8 cm verflüssigt, grünlich, darunter nichts Deutliches.	3							0·5 cm verflüssigt, keine deutliche Grünfärbung.	3

Bacillus pyocyaneus.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung			
							H.	T.	O.	T.
N. G.	Durchw. zahlreiche kleine Colonieen, oben stärker entwickelt. Oben Stich in's Grünliche.	1	Unter dem Oel 0·6 cm freie Zone, darunter ziemlich homogene Trübung.	1	Nichts Deutliches.	1	Nichts Deutliches.	1	—	
	0·3 cm verflüssigt, darunter durchweg zahlreiche, nach unten kleinere Colonieen. Starke Gasentwickelung. 1.5 cm grün.	3	0·2 cm freie Zone, darunter durchweg sehr zahlreiche kleine Colonieen und starke Gasentwickelung.	3	Durchweg zahlreiche Colonieen, ziomlich reichliche Gasentwickelung.	3	Durchweg zahlreiche Colonieen, 2 Gasbläschen.	6		
	3·5 cm verflüssigt, Grünfärbung bis unten. Die Gasbläschen verschwunden.	60	Gasblasen verschwunden, keine Verflüssigung, keine Grünfärbung.	60	Keine Veränderung, weder Verflüssigung noch Grünfärbung.	10	Keine Veränderung, weder Verflüssigung noch Grünfärbung.	10		
N. G. + 1% Z.	In der obersten Schicht sehr zahlreiche kleine Col.	1	—		Nichts Deutliches, einige Gasbläschen.	1	Nichts Deutliches.	1	—	
	In der obersten Schicht fortschreitendes Wachsthum und starke Grünfärbung.	3			Durchweg sehr zahlreiche kleine Colonieen u. viele Gasbläschen.	2	Durchweg sehr zahlreiche kleine Colonieen.	2		
							Viele Gasbläschen.	3		
	0·6 cm verflüssigt, darunter 2 cm Grünfärbung.	10			Keine Aenderung, weder Grünfärbung noch Verflüssigung.	10	Unverändert, weder Grünfärbung noch Verflüssigung.	10		

Bacillus pyocyaneus.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G. + 1% Z.	In der obersten Schicht zahlreiche kleine Colonieen.	1	—		Nichts Deutliches.	1	Nichts Deutliches.	2	—	
					Durchw. zahlreiche feine Pünktchen zweifelhafter Natur. Kein Gas.	2	Durchw. zahlreiche feine Pünktchen zweifelhafter Natur. Kein Gas.	4		
	Oben kräftiges Wachsthum. Stich in's Grünliche.	2			Keine Veränderung.	30	Keine Veränderung.	30		
					Controle (+ O): Oben homogene Trübung.	1	Controle (+ O): Oben homogene Trübung.	1		
					0·3 cm verflüssigt, Stich in's Grünliche.	2	0·3 cm verflüssigt, Stich in's Grünliche.	2		
	Durchweg zahlreiche kleine Colonieen, oben am kräftigsten.	$1^1/_2$	—		Durchw. zahlreiche kleine Colonieen.	$1^1/_2$	Nichts Deutliches.	2	—	
					Mehrere Gasbläschen.	4	Durchw. zahlreiche deutliche Colonieen, 12 Gasbläschen.	4		
	0·5 cm verflüssigt, Stich in's Grünliche.	5			Keine Veränderung, weder Grünfärbung noch Verflüssigung.	18	Keine Veränderung, weder Grünfärbung noch Verflüssigung.	18		
	11 cm hohe Schicht In d. ob. 1·5 cm dicken Schicht zahlr. kl. Col. Darunt. nichts Deutl.	1	—		—		—		—	
	Oben schöne Grünfärbung. 6 cm unterh. der Oberfläche Colonieen erkennbar.	3								
	1·2 cm verflüssigt.	10								

Staphylococcus pyogenes aureus.

Nährsubstrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
	Durchweg zahlr. kleine Colonieen.	$1^1/_2$	0·2 cm freie Zone unter dem Oel, darunter durchweg zahlr. kleine Colon.	$1^1/_2$	—		—		—	
N. G.	Colonieen wenig grösser, 0·3 cm Verflüssigung.	4	Durchweg bis an's Oel zahlr. Colonieen.	4						
			Consistenz durchweg geringer.	14						
	Gänzliche Verflüss.	75	Gänzliche Verflüss.	75						
	Durchweg zahlr. kleine Colonieen.	1	—		Durchweg zahlreiche kleine Colonieen.	1			—	
	Colonieen etwas grösser. Opalisirend.	3					In der oberen Schicht (0·5 cm) recht zahlr. kleine Colonieen.	7		
N. G. + 1% Z.	Oben beginnende Verflüssigung.	12			Keine wesentliche Aenderung. Keine Verflüssigung.	24	Durchweg zahlr. kleine Colonieen, in der oberen Schicht etwas grösser. Keine Verflüssigung.	24		
					Im Hüfner'schen Apparat: Durchweg ziemlich zahlr. Colonieen.	4				

Streptococcus pyogenes.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Hie und da einige deutliche kleine Colonieen.	7	—		Hie und da einige deutliche kleine Colonieen.	7	Oben zwei kleine Colonieen.	7	—	
+ 1% Z.	Durchweg zerstreut etwa 20 hirsekorngrosse Colonieen.	10			Durchweg zerstreut etwa 80 hirsekorngrosse Colonieen.	10	Oben drei Colonieen, ein wenig grösser geworden.	18		

Micrococcus tetragenus.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Nichts Deutliches.	1½	—		Nichts Deutliches.	1½	Nichts		—	
+ 1% Z.	Durchweg zahlreiche Colonieen.	4			Durchweg zahlreiche Colonieen.	4	Nichts	17		

Bacillus crassus sputigenus.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Durchweg zahlreiche kleine Colonieen.	$1^1/_2$	0·2 cm freie Zone, darunter durchweg zahlr. kl. Colonieen.	$1^1/_2$	Durchweg zahlreiche kleine Colonieen.	1	Nichts Deutliches.	1	—	—
	In der oberen Hälfte Colonieen grösser.	8	Wachsthum bis dicht unter das Oel.	8	Colonieen etwas grösser.	3	Durchweg zahlreiche hirsekorngrosse Colonieen.	3		
	Colonieen durchweg grösser.	14	Col durchweg grösser, namentl. unten.	14	Keine Veränderung, keine Gasentwicklg.	10	Keine Veränderung, keine Gasentwicklg.	10		
	Keine Veränderung. KeineGasentwicklg.	75	Keine Veränderung, keine Gasentwicklg.	75						
N. G. + 1% Z.	Durchweg zahlr. deutliche Colonieen.	1	—		Durchweg zahlr. kleine Colonieen.	1	Nichts Deutliches.	4	—	—
	Colonieen grösser und Gasentwickelg. ziemlich reichlich.	2			Colonieen etwas grösser, starke Gasentwickelung.	2	Unten 8 Colonieen und einige Gasbläschen.	8		
	Keine Veränderung.	30			Keine Veränderung	30	Stärkere Gasentwickelung.	12		
"	11 cm hohe Schicht Durchweg zahlreiche kleine Colonieen.	1	—		—		—		—	
	Colonieen ein wenig grösser. Die Gasentwickelung ist so stark, dass der Wattepfropf und ein Theil des Nährbodens herausgetrieben ist.	3								

Bacillus Pneumoniae.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O	T.
N. G.	Durchweg sehr zahlreiche kleine Colonieen.	$1^1/_2$	$0 \cdot 2^{cm}$ freie Zone, darunter durchw. sehr zahlr. kleine Colon.	$1^1/_2$	Durchweg zahlreiche kleine Colonieen, kein Gas.	1	Durchweg zahlreiche kleine Colonieen, kein Gas.	1	—	
	In d. oberen Parthie Colonieen etwas grösser.	4	Wachsthum bis dicht unters Oel.	4	Colonieen etwas grösser, kein Gas.	13	Colonieen etwas grösser, kein Gas.	13		
	Durchweg Colonieen grösser, keine Gasentwickelung.	14	Keine Veränderung, keine Gasentwicklung.	14						
	Keine Veränderung, keine Gasentwickel.	75	Keine Veränderung, keine Gasentwickel.	75						
N. G. + 1% Z.	Durchweg zahllose kleine Colonieen.	1	—		Durchweg zahllose kleine Colonieen, Opalisiren des Nährbodens, reichliche Gasentwickelung.	1	Nichts Deutliches.	1	—	
							Unten zahlreiche Colonieen und Gasentwickelung.	2		
	Opalisiren des Nährbodens, Colonieen wenig grösser, ziemlich reichliche Gasentwickelung.	2					Durchw. zahlreiche Colonieen u. starke Gasentwickelung.	4		
	11 cm hohe Schicht. Durchw. zahlreiche kleine Colonieen.	1	—		—		—		—	
	Massenhafte Gasentwickelung, so dass der Propf u. ein Theil der Gelatine herausgetrieben ist.	3								

Bacillus murisepticus.

Nährsubstrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G. + 1% Z.	Nichts Deutliches.	2	—		Nichts.	30	Nichts.	35	—	
	Beginnendes Auftreten einzelner charakteristischer Colonieen. Diese nehmen allmählich an Zahl u. Grösse zu.	3			Controle (+ O): Nichts.	9	Controle (+ O): Nichts.	9		
	Durchweg gleichmässig vertheilt etwa 30 fast erbsengrosser, sehr charakterist. Colonieen.	12								
	Nichts Deutliches.	2	—		Nichts.	130	Nichts.	130	—	
	In der oberen Partie zwei charakteristische Colonieen.	10			Controle (+ O): Nichts.	9	Controle (+ O): Nichts.	9		
	Nichts Deutliches.	2	—		Nichts Deutliches.	6	Nichts Deutliches.	6	—	
	Durchweg recht zahlreiche charakteristische kleine Colonieen, die im Laufe der nächsten Zeit allmählich grösser werden.	8			In der obersten, 0·5 cm breiten Schicht eine Anzahl charakteristischer Colonieen.	8	In der obersten, 1 cm breiten Schicht eine Anzahl charakteristischer Colonieen.	8		

Bacillus anthracis.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Durchweg zahlr. kleine Colonieen.	1½	0·3 cm unter dem Oel freie Zone, darunter durchweg zahlreiche kleine Colonieen.	1½	—		—		—	
	Oberflächliche Verflüssigung.	5	Colonieen etwas grösser.	5						
	2·5 cm Verflüssig.	24	Keine Veränderung.	24						
	Gänzliche Verflüssigung.	90	Keine eigentliche Verflüssigung, die Consistenz nur etwas dünner.	90						
N. G. + 1% Z.	Durchweg zahlreiche Colonieen.	1	—		Durchweg ziemlich zahlr. Colonieen.	1½	Nichts Deutliches.	30	—	
							Controle (+ O):			
	Entwickelung von strahlenförmigen Ausläufern.	3			Colonieen etwas grösser, keine Verflüssigung.	3	Durchweg zahlreiche Colonieen.	1		
	Oberflächliches Confluiren der Colon., aber keine eigentliche Verflüssigung.	9			Ebenso, keine Verflüssigung.	30				
					Im Hüfner'schen Apparat:					
	Beginnende Verflüssigung.	14			Durchweg ziemlich zahlreich.	2				

Bacillus typhi abdominalis.

Nährsubstrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Durchweg sehr zahlreiche kleine Colonieen.	$1^1/_2$	0·2cm unter dem Oel frei. Darunter durchweg sehr zahlreiche kleine Colonieen.	$1^1/_2$	—		—		—	
	In der oberen Parthie sind die Col. grösser geworden.	4	Wachsthum der Colonieen bis dicht unter's Oel.	4						
	Colonieen durchweg grösser.	14	Colonieen vielleicht etwas grösser.	14						
	Keine Veränderung.	75	Keine Veränderung.	75						
N. G. + 1% Z.	11 cm hohe Schicht. Durchweg sehr zahlreiche kleine Colonieen.	1	—		Durchweg zahllose kleine Colonieen.	1	Nichts.	1	Durchweg zahllose kleine Colonieen.	1
	Colonieen etwas grösser.	2			Colonieen ein wenig grösser.	2	Durchweg zahllose kleine Colonieen.	2	Colonieen etwas grösser.	2
	Colonieen namentlich oben grösser. Keine Gasentwickelung.	13			Keine Veränderung. Keine Gasentwickelung.	30	Colonieen ein wenig grösser.	3	Keine Veränderung. Keine Gasentwickelung.	13
					Im Hüfner'schen Apparat:		Keine Veränderung. Keine Gasentwickelung.	30		
					Durchweg ziemlich zahlreiche kleine Colonieen.	2				

Spirillum tyrogonum.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	In den oberen 3·5 cm etwa 50 kleine, von stecknadelknopfgrossen Höfen umgebene Colonieen.	1 1/2	0·3 cm freie Zone, darunter etwa 3·0 cm mit etwa 100 deutl. Colon., die nach abwärts an Zahl geringer sind (Höfe).	1 1/2	—		—		—	
	0·5 cm verflüssigt, darunter zahlreiche Colonieen. Die Höfe nicht mehr deutlich erkennbar.	4	0·2 cm frei, darunter keine besondere Veränderung; die Höfe zum Theil nicht mehr erkennbar.	4						
	An der Oberfläche eine dicke Haut, darunter keine wesentl. Veränderung.	8	Die Höfe nicht mehr erkennbar. Keine Veränderung.	8						
	1·3 cm bernsteingelb verflüssigt. Darunt. keine sichtliche Veränderung.	14	Keine besond. Veränderg., viele d. Col. confluiren zu kleinen Verflüss.-Heerden.	14						
N. G.	11 cm hohe Schicht									
	Durchweg recht zahlr. deutl. Colon.	1	—		Durchweg sehr zahlr. deutl. Colon.	1	Durchweg sehr zahlr. deutl. Colon.	1	Durchweg sehr zahlr. deutl. Colon.	1
	1 cm verfl., alle Col. darunter von zarten, licht. Zonen umgeb.	2							Gänzl. Verflüssig.	2
	Die Verflüssigung schreitet allmählich abwärts fort.				Keine wesentl. Veränderung. Weder Verfl. noch Gasbildg.	7	Keine wesentl. Veränderung. Weder Verfl. noch Gasbildg.	7		

Spirillum tyrogenum.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G. + 1% Z.	11 cm hohe Schicht Durchweg zahllose deutl. Colonieen.	1	—		Durchweg zahllose deutliche Colonieen.	1	Durchweg zahllose deutliche Colonieen.	1	Durchweg zahllose deutliche Colonieen.	1
	0·3 cm verflüssigt. Darunter keine Veränderung, Die Verflüssigung schreitet allmählich abwärts fort, aber sehr langsam.	2			Keine wesentl. Veränderung, weder Verflüssigung noch Gasbildung.	12	Keine wesentl. Veränderung, weder Verflüssigung, noch Gasbildung.	12	Oben beginnende Verflüssigung, die in den nächsten Tagen ein wenig fortschreitet.	5

Spirillum Finkler-Prior.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	11 cm hohe Schicht Durchweg sehr zahlreiche deutl. kleine Colonieen.	1	—		Durchweg sehr zahlreiche deutliche Colonieen.	1	Durchweg sehr zahlreiche deutliche Colonieen.	1	Durchweg sehr zahlreiche deutliche Colonieen.	1
	Durchweg verflüssigt.	2			Keine Veränderung, weder Verflüssigung noch Gasbildung.	5	Keine Veränderung, weder Verflüssigung noch Gasbildung.	5	Durchweg verflüssigt.	5
N. G. + 1% Z.	11 cm hohe Schicht Durchweg zahllose deutliche kleine Colonieen.	1	—		Durchweg sehr zahlreiche deutliche Colonieen.	1	Durchweg sehr zahlreiche deutliche Colonieen.	1	Durchweg sehr zahlreiche deutliche Colonieen.	1
	0·3 cm Verflüssigung Die Verflüssigung schreitet in der nächsten Zeit schichtenweise allmählich abwärts.	2			Keine Veränderung. weder Verflüssigung noch Gasbildung.	5	Keine Veränderung. weder Verflüssigung noch Gasbildung.	5	An d. Oberfläche beginnende Verflüssigung. Keine Gasbildung.	5

Spirillum Cholerae asiaticae.

Nähr-substrat.	Controlcultur mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Ueberleitung von H.	T.	Durchleitung H.	T.	Durchleitung O.	T.
N. G.	Durchw. zahlreiche kleine Colonieen, in d. oberen Partie von zarten Verflüssigungszonen umgeben.	$2^1/_2$	1 cm unter dem Oel frei, darunter durchweg ziemlich viele kleine Colonieen mit Verflüssigungszonen.	$2^1/_2$	—		—		—	
	2 cm verflüssigt, die Colon. darunter von zart. Verflüssigungszonen umgeben.	60	1 cm frei, darunter 15 grössere Colonieen mit Verflüssigungszonen.	60						
N. G.	11 cm hohe Schicht		—							
	Durchweg zahllose Pünktchen.	1			Durchweg zahllose kleine Colonieen.	1	Durchweg zahllose kleine Colonieen.	1	Durchweg zahllose kleine Colonieen.	1
	Col. etwas grösser, namentlich oben; daselbst confluirend.	2			Colonieen ein wenig grösser.	2	Colonieen ein wenig grösser.	2	Colonieen etwas grösser, confluiren oben.	2
	Noch keine deutliche Verflüssigung.	4			Keine Veränderung. Wed. Verflüssigung noch Gasentwickel.	4	Keine Veränderung. Wed. Verflüssigung noch Gasentwickel.	4	An d. Oberfläche beginn. Verflüssigung. Keine Gasentwickel.	4
N. G. + 1% Z.	11 cm hohe Schicht		—							
	Nichts Deutliches.	1			Durchweg zahllose kleine Colonieen.	1	Durchweg zahllose kleine Colonieen.	1	Durchweg zahllose kleine Colonieen.	1
	Durchweg zahllose kleine Colonieen.	2			Colonieen ein wenig grösser.	2	Colonieen ein wenig grösser.	2	Colonieen oben grösser.	2
	Keine wesentl. Veränder. Col. vielleicht ein wenig grösser, keine Verflüssigung.	4			Keine Veränderung. Weder Verflüssigung noch Gasentwickelung.	6	Keine Veränderung. Weder Verflüssigung noch Gasentwickelung.	6	Keine Veränderung. Weder Verflüssigung noch Gasentwickelung.	6

Die im Anschluss an diese Versuche angestellten Experimente mit Bedeckung der Gelatine- resp. Agarplatten durch Glimmerscheiben ergaben folgende Zahlen:

Bacillus aërophilus. Nach acht Tagen keine Colonie.

Bacillus subtilis. Nach einem Tage zahlreiche, im Centrum kleine, am Rande grössere Colonieen. Nach fünf Tagen totale Verflüssigung der Gelatine.

Bacillus typhi abdominalis. Es wurden sechs Versuche gleichzeitig angestellt, drei in Röhrchen mit H-Durchleitung, drei Platten mit Glimmerscheiben. In ersteren erschienen am dritten Tag zahreiche kleine Colonieen, die bis zum fünften Tag sich etwas, aber sehr wenig vergrösserten. Unter der Glimmerplatte war am dritten Tag noch nichts Deutliches zu sehen; am fünften Tag dagegen unter der ganzen Platte zahlreiche Colonieen, die im Laufe der nächsten Tage etwas grösser wurden.

Ein anderer Vergleichsversuch erstreckte sich auf zwei unbedeckte und zwei mit Glimmerscheiben bedeckte Platten, die von der gleichen Aufschwemmung aus angelegt wurden. Am vierten Tag waren auf allen vier Platten zahlreiche Colonieen, auf den unbedeckten erheblich mehr und diese von fast der doppelten Grösse, wie die unter der Glimmerplatte wachsenden. Auch letztere waren aber deutlich makroskopisch sichtbar und erreichten einen Durchmesser von 0·5 bis 0·8 ^{mm}.

Spirillum Cholerae asiaticae. Mehrfache Parallelversuche mit bedeckten und unbedeckten Platten zeigten eine erhebliche Verzögerung aber keine Sistirung des Wachsthums auf ersteren. In der Grösse blieben die unter Glimmerscheibe gewachsenen Colonieen etwa um die Hälfte hinter den gleichzeitig auf offener Platte gewachsenen zurück, und erreichten erst am fünften Tag die Grösse dieser vom zweiten Tag. Weitere Beobachtung wurde durch die vom Rande aus allmählich fortschreitende Verflüssigung unmöglich.

Somit war nur der Bacillus aërophilus durch die Glimmerscheibe vollständig am Wachsthum verhindert, während Bacillus subtilis noch deutliche Colonieen bildete. Die Methode gewährt daher eine nicht so vollständige Entfernung des Sauerstoffs, wie die Ueber- oder Durchleitung von Wasserstoff; und da eine längere Conservirung und eine oft wiederholte über eine längere Zeit sich erstreckende Beobachtung der Platten nur schwer ausführbar ist, so habe ich von der weiteren Benutzung der Methode bei der mich interessirenden Versuchsreihe abgesehen. Für eine rasche Orientirung über das ungefähre Sauerstoffbedürfniss der Bacterien und für eine kurze Beobachtungsdauer leisten die Glimmerscheiben übrigens sehr gute Dienste und geben um so bessere Anhaltspunkte, nachdem durch die vorstehenden Versuche die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit genauer festgestellt sind.

Aus den Resultaten der Tabelle II. geht hervor, dass einige Bacterienarten ziemlich indifferent sind gegen eine Beschränkung der Sauerstoffzufuhr; so die Milchsäurebacillen, Proteus vulgaris, Streptococcus pyogenes, Bac. Pneumoniae, Bac. crassus sputigenus, Bac. prodigiosus, Bac. murisepticus. Auch Staphylococcus aureus, Bac. typhi abd., Spirill. Cholerae asiat., Spir. tyrogenum und Spir. Finkler zeigen keine vollständige Behinderung des Wachsthums durch den mit diesen Methoden erzielbaren Sauerstoffmangel. Bei den meisten Arten tritt aber unter dem Einfluss der Sauerstoffentziehung eine Aenderung des biologischen Verhaltens, ein Verlust einzelner Eigenschaften, oder eine Behinderung des Wachsthums ein. Dabei ist für die einzelnen Arten der Grad des zu solchen Wirkungen nothwendigen Sauerstoffmangels verschieden; häufig reicht schon eine Oelschicht für eine auffällige Alteration der Wachsthumserscheinungen aus, manchmal ist die Verdrängung der Luft durch Ueberleitung von H, manchmal die vollständigste Entfernung mittelst Durchleitung von H erforderlich.

Am leichtesten sistirt wird die Pigmentproduction. Die zu dieser befähigten Bacterien bilden schon unter Oel ausnahmslos farblose Colonieen, so dass also überall erst die ausgedehnte Berührung mit freiem Sauerstoff die Bildung der Pigmente ermöglicht. Es ist aus dieser schon länger bekannten Erscheinung wohl mit Recht zu folgern, dass die Bacterien nicht den Farbstoff selbst, sondern nur eine chromogene Substanz liefern, die erst durch Oxydation in den Farbstoff umgewandelt wird.

Ein bemerkenswerthes Verhalten zeigt ferner das Peptonisirungsvermögen vieler Bacterienarten. Zunächst fällt dasselbe oft schon verschieden aus, wenn die Sauerstoffzufuhr unverändert bleibt, aber der Nährboden einen Zusatz von Zucker erfährt; und es ist daher das Verhalten in zuckerfreier und in zuckerhaltiger Gelatine gesondert zu betrachten. — In ersterer wird die Verflüssigung des Nährmediums bereits durch eine Oelschicht sistirt bei Bac. fluor. liquef., Bac. anthracis, welche im übrigen unter Oel gut wachsen und nur diese einzelne Eigenschaft einbüssen. Erst durch vollständigere Entfernung der Luft mit Hülfe von H wird die Verflüssigung der Gelatine unterdrückt bei den Choleraspirillen. Auch durch H nicht völlig sistirt, aber doch etwas vermindert und retardirt erscheint das Peptonisirungsvermögen bei Bac. prodigiosus und Proteus vulgaris.

In zuckerhaltiger Nährgelatine behalten Bac. subtilis, Bac. aërophilus, Bac. fluor. liquef. und Bac. pyocyaneus ihre verflüssigenden Eigenschaften fast unverändert bei; bei O-Abschluss zeigen alle diese überhaupt kein Wachsthum. Bac. prodigiosus, Proteus vulgaris und Staphylococcus aureus weisen bei Luftzutritt eine verlangsamte Verflüssigung auf: diese wird

aber völlig sistirt, sobald Sauerstoffmangel eintritt. Bac. anthracis, Spir. tyrogenum, Spir. Finkler-Prior, Spir. Cholerae asiaticae stellen in Zuckergelatine die Verflüssigung schon bei Luftzutritt vollständig oder fast vollständig ein; bei Sauerstoffabschluss verlieren sie auch noch die letzten Spuren dieser Eigenschaft. — Offenbar übt also im Ganzen die Sauenstoffentziehung einen hemmenden Einfluß auf die Produktion peptonisirenden Ferments aus, nur dass, wie so oft in der Biologie der Bacterien, so auch hier das abweichende Verhalten einiger Arten die Aufstellung einer allgemein gültigen Regel unmöglich macht. Ferner bestätigen obige Versuche die schon von Wortmann[1] betonte Abhängigkeit der Fermentproduction von der Zusammensetzung des Nährsubstrats; viele Bacterien reduciren ihr Peptonisirungsvermögen erheblich oder stellen es ganz ein, wenn sie durch Zuckerzufuhr zu einer anderen, leichteren Deckung ihres Nahrungs- und Energiebedarfs befähigt sind.

Einige der untersuchten Bacterienarten bewirken ferner in zuckerhaltiger Gelatine und bei Luftzutritt eine deutliche, durch zahlreiche Gasblasen sich kundgebende Gährung; so Proteus vulgaris, Bac. crass. sputigenus, Bac. Pneumoniae. Die Gasentwicklung wird bei allen drei Arten durch Sauerstoffentziehung kaum alterirt. — Beim Bac. prodigiosus beobachten wir die eigenthümliche Erscheinung, dass in zuckerhaltiger Gelatine bei Luftzutritt keine Gährung und Gasentwicklung eintritt, dagegen deutlich wenn der Sauerstoff entfernt ist. In diesem Falle wird aber die anaërobiotische Existenz des Bacillus nicht etwa erst durch die im O-freien Raum eintretende Gährung ermöglicht; sondern zu dieser ist derselbe auch befähigt in zuckerfreier Gelatine ohne jede Gährung.

Wachsthumsbehinderung tritt beim Bac. aërophilus schon durch eine Oelschicht ein; derselbe zeigt daher das lebhafteste Sauerstoffbedürfniss unter allen Bacterienarten, welche ich bis jetzt kennen gelernt habe. In den durch Ueberleiten von H luftfrei gemachten Apparaten stellten die Rosahefe, Bac. subtilis, Bac. cyanogenus, Bac. fuscus, Bac. aquatilis fuscus, Sarcine lutea, Bac. fluorescens liquefaciens das Wachsthum ein. Dieser Grad der Sauerstoffentfernung reichte nicht aus für Micr. tetragenus und Bac. anthracis, die erst in den Durchleitungsapparaten die Vermehrung völlig sistirten und so den Uebergang zu den oben aufgezählten Bacterienarten bilden, welche auch in diesen Apparaten noch deutliches Wachsthum zeigen.

Die Versuche mit Bac. pyocyaneus entbehren, wie ich erst bei der nachträglichen Durchsicht meiner Protokolle bemerkte, der nöthigen Uebereinstimmung und bedürfen daher der Ergänzung.

---

[1] Wortmann, *Zeitschrift für physiologische Chemie.* Bd. VI.

Die gleichen Methoden zur Züchtung im sauerstofffreien Raume, deren Leistungsfähigkeit gegenüber aëroben Bacterien ich durch diese Versuche kennen gelernt hatte, suchte ich dann auch auf exquisite anaërobe Bacterien anzuwenden. Ich hoffte dadurch sowohl eine genauere Kenntniss über den Sauerstoffbedarf dieser eigenthümlichen Klasse von Bacterien zu erhalten, als auch die Methode kennen zu lernen, welche am besten zur isolirten Züchtung der Anaërobien geeignet ist.

Meine Absicht, verschiedene bekannte anaërobe Bacterien zu einer ähnlichen Versuchsreihe zu verwenden, wie sie für die Aëroben durch die vorstehenden Tabellen repräsentirt ist, stiess jedoch von vornherein auf unerwartete Schwierigkeiten, da von anaëroben Bacterien sich höchstens der Bacillus des malignen Oedems als einigermassen genügend charakterisirt erwies, um zu solchen Versuchsreihen benutzbar zu sein. Und selbst über diesen Bacillus ist eigentlich nur das Verhalten gegenüber Versuchsthieren, die mikroskopische Form und (durch Hesse[1]) das Aussehen der Stichkulturen bekannt geworden; die Beschaffenheit der einzelnen Colonie und das mikroskopische Bild derselben, welches für die Unterscheidung und Diagnose so grosse Bedeutung hat, ist dagegen noch nicht Gegenstand genauerer Studien gewesen.

Ueber andere Anaërobien ist noch weit weniger erforscht. So ist der Rauschbrandbacillus nur in flüssigem Nährsubstrat cultivirt; und über den Bacillus butyricus haben wir zwar genauere morphologische Angaben, aber offenbar reichen diese keineswegs zu einer sicheren Diagnose aus, zumal ich mich bald überzeugen konnte, dass mehrere verschiedene, morphologisch sehr ähnliche, im übrigen aber differente Anaërobienarten existiren, von denen mehrere unter Umständen Buttersäure bilden.

Ich habe daher zunächst einige Anaërobienarten isoliren und ihre Culturmerkmale genauer feststellen müssen. Als Ausgangsmaterial diente mir Oedemflüssigkeit von mit Gartenerde geimpften Mäusen, oder alter Käse, Kuhexcremente u. dergl. Die Isolirung erfolgte durch Züchtung in festen Nährsubstraten, die in hohe und breite Schälchen eingegossen waren, und durch nachfolgende Zerlegung der massiven Klötze von Nährgelatine oder Nähragar; oder durch Cultivirung in niedrigeren, aber in mit H erfüllten Apparaten aufbewahrten Schälchen. Unter den isolirten Arten seien folgende hervorgehoben:

1) Bacillus oedematis maligni. Bacillen von 3 μ Länge und 1 μ Breite, die oft zu langen Fäden auswachsen. In den Culturen kommt es unter noch nicht näher festgestellten Bedingungen zur Sporenbildung; dieselbe erfolgt nicht in den Fäden, sondern in den einzelnen Bacillen, die zuvor Spindel- oder Kaulquappenform annehmen.

[1] Hesse, *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885.

Die Bacillen wachsen in Nährgelatine, Nähragar und Blutserum; den beiden erstgenannten Nährsubstraten fügt man zweckmässig 1 bis 2 Procent Traubenzucker zu. Eine Züchtung in dünnen Schichten des Nährsubstrats, so dass directe mikroskopische Beobachtung möglich ist, gelang mir bisher nur bei Anwendung von Nähragar. Die einzelnen Colonieen bilden dort mit blossem Auge gesehen eine hauchartige, mattweisse, nicht scharf umrandete, sondern sich allmählich in die Umgebung verlierende Trübung, in welcher man eine feine Streifung schwach angedeutet sieht (Taf. III. Fig. 11 zeigt diese zu stark ausgeprägt). Bei schwacher Vergrösserung erscheint die einzelne Colonie in der Form, wie sie Taf. II Fig. 6 wiedergiebt, als eine vielfach verzweigte und verästelte Masse, deren einzelne Ausläufer indess doch zu einigermaassen compakteren Strängen zusammengelagert sind.

In Reagensgläsern mit Nährgelatine sind bei Einimpfung kleiner Mengen der Bacillen isolirte Colonieen makroskopisch gut zu beobachten. Sie bilden bei 20° nach 2 bis 3 Tagen kleine mit Flüssigkeit erfüllte Kugeln von $^1/_2$ bis 1 ^{mm} Durchmesser, die allmählich an Grösse zunehmen; Anfangs ist der flüssige Inhalt der Kugeln klar, so dass sie schwer von der umgebenden Gelatine zu unterscheiden sind; später wird der Inhalt zart getrübt und ausserdem zeigt sich im Contur der Kugel eine feine radiäre Streifung, die noch eben mit blossem Auge erkennbar ist, aber erst bei Lupenvergrösserung deutlich hervortritt. (Eine solche isolirte verflüssigende Colonie ist in Fig. 10 auf Taf. III wiedergegeben; die Strichelung des trüben Centrums ist etwas zu stark markirt).

Stichculturen in Gelatine geben ungefähr das Bild wie Fig 9 auf Taf. III; auch hier ist mit guten Lupen die radiäre Streifung des Conturs zu sehen. In Agar entsteht eine diffuse, wolkige Trübung in der Umgebung des Stichcanals (Fig. 12, Taf. III). In erstarrtem Blutserum bewirken die Oedembacillen gleichfalls homogene Trübung in der Richtung des Einstichs. In vereinzelten Fällen habe ich Gasentwicklung in den Culturen bemerkt, während diese von anderen Beobachtern als regelmässig vorhanden angegeben wird; gerade in den zuverlässigsten Versuchen, bei welchen ausserdem stets durch Ueberimpfung auf Mäuse eine Controle ausgeübt wurde, war jedoch entschieden keine durch Gasblasen sich anzeigende Gährung vorhanden, und ich bin daher zu der Ueberzeugung gekommen, dass in den Ausnahmefällen, wo Gasbildung beobachtet wurde, Verunreinigungen durch andere Anaërobien vorgelegen haben. Nachweislich gelangen diese ausserordentlich leicht, selbst aus der Oedemflüssigkeit und den Organen eben gestorbener Versuchsthiere in die Culturen und sind sehr schwer von den Oedembacillen zu trennen. — Niemals macht sich übrigens irgendwelcher Gestank in den reinen Culturen bemerkbar.

Die Oedembacillen verhalten sich als exquisiteste Anaëroben; wie a
der Tabelle 3 hervorgeht, muss man zu den kräftigsten Mitteln zur E
fernung des Sauerstoffs greifen, um die Bacillen zum Wachsthum
bringen, und in den höher geschichteten Nährsubstraten beginnt die E
wicklung stets erst in beträchtlichem Abstand von der Oberfläche.

2) Clostridium foetidum. Bacillen von etwa 1 μ Dicke und se
verschiedener Länge, lebhaft beweglich, zuweilen in Scheinfäden au
wachsend. Häufig werden Sporen gebildet und zwar unter Aufschwellu
des Bacillus, meist in der Mitte, zuweilen mehr am Ende; die Spor
sind oval, stark glänzend und von grösserem Durchmesser als der ursprün
liche Bacillus. (S. Fig. 17, Taf. II.) Morphologisch besteht somit ei
grosse Aehnlichkeit mit dem Bac. butyricus Prazmowski's.

Der Bacillus wächst leicht in Nährgelatine, Nähragar, Blutserum, sobald die Bedingungen für anaërobe Existenz gegeben sind; er ist nicht ganz so empfindlich gegen Sauerstoff wie die Oedembacillen und der nachstehend beschriebene Bac. polypiformis, und es gelingt daher schon, denselben in Agarplatten von sehr geringer Schichthöhe in luftfrei gemachten Apparaten zu züchten.

In solchen Platten bilden die einzelnen Colonieen kleine gelblichweisse mit kurzen Ausläufern versehene, unregelmässige Häufchen von verschiedener Grösse. (Vgl. die Reagensglascultur Fig. 5.) Bei schwacher Vergrösserung stellen sie ungefähr das Bild dar, welches in den Figg. 3 und 4 der Taf. II wiedergegeben ist. Bei den jüngsten Colonieen ist die Verästelung noch nicht ausgeprägt; nur einzelne dunklere Stränge in der peripheren Zone deuten auf eine ungleichmässige Ausbreitung hin. 24 Stunden später haben sich dann um dieses Centrum herum nach allen Seiten Ausläufer gebildet, die sich weniger verästeln und viel derber und compacter sind, als z. B. bei den Colonieen der Oedembacillen.

In Nährgelatine entstehen runde, unregelmässig begrenzte Colonieen, die sehr früh die Gelatine in ihrer nächsten Umgebung verflüssigen und dann Kugeln bilden, die im Innern mit einer stark getrübten Flüssigkeit gefüllt sind. — In erstarrtem Blutserum kommt es zu einer homogenen Trübung in der Umgebung des Impfstichs; ausserdem treten im unteren Theile des letzteren gewöhnlich einige isolirte, unregelmässig verästelte Colonieen hervor.

In allen diesen Culturen findet ausserdem, sobald überhaupt kräftiges Wachsthum zu beobachten ist, starke Gasentwickung statt, am reichlichsten in den möglichst luftfrei gemachten Culturen. Dieselbe zeigt sich theils durch eine Menge vereinzelter Gasblasen in der Umgebung der Colonieen; theils werden Spalten und Zerklüftungen im Nährsubstrat gebildet, deren Ränder sich mit trüber Flüssigkeit bedecken; zuweilen kommt

zur Abtrennung einer ganzen Schicht des Nährsubstrats. Unter dem
influss dieser Gasentwicklung werden dann offenbar auch die oberen
:hichten der Nährgelatine oder des Nähragars von den letzten Sauer-

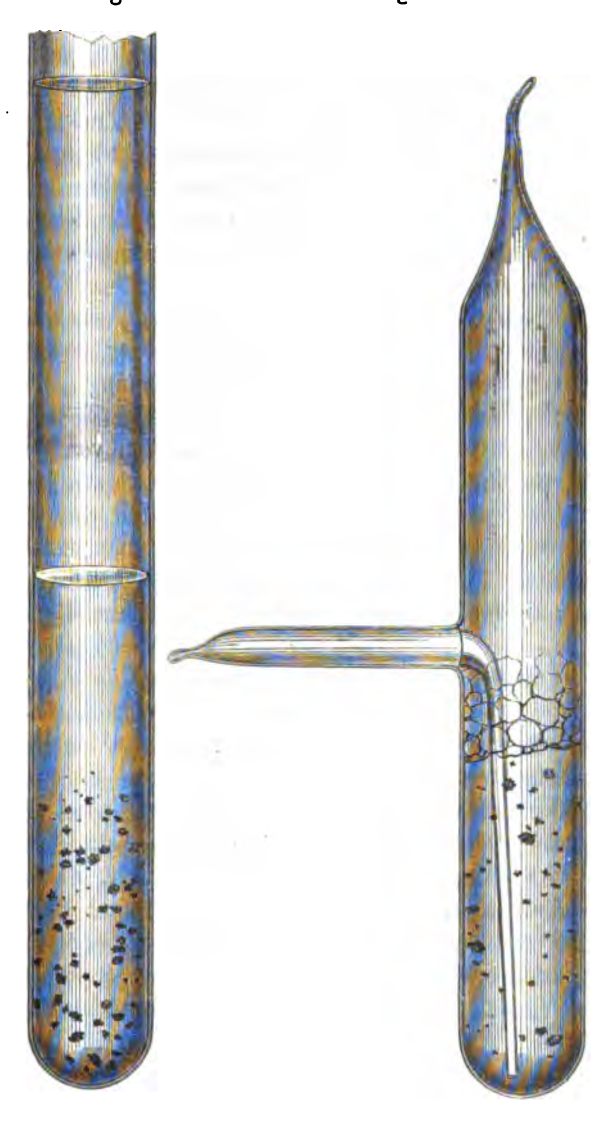


Fig. 5. Clostridium foetidum in Agar, unter Oel und mit H-durchleitung.

stoffspuren befreit und der Bacillus wird dort existenzfähig; die Colonieen
und auch die Verflüssigung der Gelatine rücken daher immer weiter nach
aufwärts, bis schliesslich die Oberfläche erreicht ist.

Die producirten Gase haben einen höchst widerlichen Geruch. Flüchtige Fettsäuren und namentlich Buttersäure sind jedenfalls die vorherrschenden Bestandtheile; daneben sind aber vermuthlich noch andere der Eiweisszerlegung entstammende Gase beigemengt. Dass eine tiefere Spaltung von Eiweissstoffen durch den Bacillus bewirkt wird, ist schon daraus ersichtlich, dass auch im Blutserum und im zuckerfreien Nähragar mässige Entwicklung stinkender Gase auftritt. Sobald aber Zucker in den Nährsubstraten enthalten ist, nimmt die Gasproduction bedeutend zu, und der Geruch nach Fettsäure tritt in den Vordergrund. — Ich habe leider noch noch nicht Musse finden können, um die Qualität der Zerlegung genauer zu studiren und namentlich mit derjenigen von Prazmowski's Clostridium butyricum zu vergleichen.

Einstweilen habe ich den Bacillus auf Grund seiner Aufschwellung zum Clostridium während der Sporenbildung einerseits, wegen des heftigen Gestanks seiner Culturen andererseits, die Bezeichnung „Clostridium foetidum" beigelegt.

3) Bacillus polypiformis. Schlanke Bacillen von etwas mehr als 1 μ Dicke und verschiedener Länge, ohne Neigung Fäden zu bilden, und mit sehr geringer Eigenbewegung. Auffällig sind die Sporen, welche als ovale oder sogar als cylindrische langgestreckte glänzende Partieen oft die grössere Hälfte bis zwei Dritttheile eines Bacillus occupiren (Fig. 16, Taf. III). Der Dickendurchmesser übertrifft dabei meist nur wenig den der Bacillen.

In seinen Culturen erweist sich der Bacillus als ein exquisites Anaërobium, das nur in den tiefsten Schichten der festen Nährsubstrate gut gedeiht, auf Platten im luftfreien Raum nicht wächst, sondern selbst dort noch höherer Schichten bedarf.

Als Nährboden eignet sich die gewöhnliche Gelatinemischung, die von dem Bacillus nicht verflüssigt wird. Die Colonieen sind kleine gelbliche Häufchen mit tief gebuchtetem und gelapptem Contur. Schon mit Lupenvergrösserung sind die unregelmässigen Vorsprünge und Buchten deutlich zu sehen (Fig. 8ª auf Taf. III); unter dem Mikroskop bei 80- bis 100facher Vergrösserung erscheinen die jungen Colonieen in der charakteristischen Form, die Fig. 1, Taf. II darstellt. Zahlreiche gewundene, sich biegende und schlängelnde, bald dünnere, bald dickere Fortsätze strahlen nach allen Radien aus, an die Arme eines Polypen erinnernd. Später werden die Ausläufer plumper und starrer, und die Colonie bekommt dann das weniger charakteristische Aussehen wie in Fig. 2 derselben Tafel. — In Agar bilden die Colonieen weissliche, stecknadelkopfgrosse, unregelmässig conturirte Ballen, die sich bei schwacher Vergrösserung als bräunliche, feingranulirte, maulbeerförmige Conglomerate darstellen. — In Blutserum

entsteht diffuse Trübung in der Umgebung des unteren Theils des Stichcanals.

Gasentwicklung findet in keinem der versuchten Nährsubstrate statt; dagegen ist ein Zuckerzusatz zur Gelatine bez. zum Agar dem Wachsthum der Bacillen sehr förderlich, und ein Zusatz von 2 Procent Zucker zeigt sich sogar gegenüber einem geringeren Zusatz entschieden von Vortheil.

4) Bacillus muscoïdes. Langsam bewegliche Bacillen, etwa 1 μ dick, mit geringer Neigung zur Fadenbildung. Sporen meist endständig, rundlich-oval, stark glänzend. Die Colonieen in Gelatine (welche nicht verflüssigt wird) und in Agar sind zart verästelt, denen von Clostridium foetidum und Oedembacillen ähnlich, von beiden aber durch die schlankeren, zarter verästelten Fortsätze unterschieden. Taf. II giebt in Fig. 3 ein Bild dieser Colonieen, die am meisten an einige zarte Moosarten erinnern; aus der Zeichnung geht der Unterschied gegenüber den ähnlichen Colonieen der anderen Anaërobien besser hervor als aus jeder Beschreibung. — Stichculturen ergeben eine zart verästelte Trübung in den unteren zwei Dritttheilen des Stichcanals (Fig. 13, Taf. III). Die Bacillen scheinen sehr empfindlich gegen Sauerstoff zu sein, da es nicht gelang, sie auf Platten im H-Apparat zu züchten. — Zu einem genaueren Studium ihrer Eigenschaften fehlte es mir an Zeit; ich habe diese Bacillenart hier jedoch erwähnen zu müssen geglaubt, weil sie sehr oft mit dem Bac. polypiformis und dem Clostridium foetidum zusammen vorkommt, so dass die Colonieen beider Arten sich zuweilen an derselben Stelle entwickeln und dann leicht zu Irrthümern Anlass geben.

5) Ferner sei eine Bacillenart hervorgehoben, welche sehr häufig die Bacillen des malignen Oedems begleitet und sich neben diesen in der Oedemflüssigkeit und im Gewebe von mit Gartenerde geimpften Mäusen findet; dieselben mögen einstweilen als Pseudo-Oedembacillen bezeichnet werden. Sie sind etwas dicker als die echten Oedembacillen, sind ausgezeichnet durch einen ausgeprägten lichten Saum, der ihren Körper umgiebt, und zeigen, wenn Sporenbildung eingetreten ist, meist zwei Sporen in einem Bacillus, ohne dass der letztere dadurch eine wesentliche Gestaltveränderung erfährt. — In Gelatineculturen tritt sehr bald Verflüssigung ein, ausserdem macht sich in den zuckerhaltigen Nährsubstraten starke Gährung und Gasentwicklung bemerklich; das entweichende Gas hat einen ausgesprochenen an alten Käse erinnernden Geruch und besteht vermuthlich grösstentheils aus Buttersäure. In Gelatine bilden die einzelnen Colonieen anfänglich hanfkorn-, später erbsengrosse Kugeln mit flüssigem Inhalt; der untere Theil der Kugel enthält einen weisslichen Absatz, während sich oben klare Flüssigkeit be-

findet; ferner entsteht bald im Centrum der Kugel ein kleines Glasbläschen, das allmählich an Umfang gewinnt; alle diese Einzelheiten vereinigen sich, um der ganzen Colonie ein höchst charakteristisches Aussehen zu verleihen. — In Agar erscheinen die isolirten Colonieen kuglig, oval oder wetzsteinförmig, aber mit unregelmässigem rauhem Contur. In der Stichcultur entsteht eine ziemlich zarte Trübung. Der zuckerhaltige Nähragar (zuckerfreier wurde nicht versucht) wird durch die überall entwickelten Gase stark zerklüftet, ausserdem wird reichliche klare Flüssigkeit ausgepresst; Culturen in zugeschmolzenen Gläsern lassen beim Oeffnen die angesammelten Gase unter heftigem Knall entweichen, und nicht selten werden einzelne Bruchstücke des Agars dabei herausgeschleudert.

In Bezug auf die Empfindlichkeit gegen Sauerstoff scheint der Bacillus dem Clostridium foetidum am ähnlichsten zu sein. Er ist auf Agarplatten im H-Apparat zur Entwicklung zu bringen, hält sich aber im Ganzen eher noch in etwas tieferen Schichten der Nährsubstrate, als das Clostridium.

Die Pseudo-Oedembacillen haben auch pathogene Wirkung. Kleine Dosen sind unwirksam; Mäuse blieben nach subcutaner Injection von 0·2 ^{ccm} einer aus der Agarcultur ausgepressten Flüssigkeit gesund. Dagegen starb ein kleines Kaninchen nach Injection von 0·5 ^{ccm} in die Ohrvene nach acht Stunden; in Blut und Milz konnten keine Bacillen nachgewiesen werden. Eine Maus starb auf subcutane Injection von 0·5 ^{ccm} nach 20 Stunden; in der Milz wurden keine, im Herzblut vereinzelte Haufen von Bacillen, im Mesenterium zahlreiche Bacillen gefunden. Einem grossen Kaninchen wurden $1^1/_2$ ^{ccm} intravenös injicirt; nach 45 Stunden trat der Tod ein; die Section ergab ausgebreitete fibrinöse Peritonitis; in Mesenterium, Milz und Herzblut fanden sich reichlich Bacillen, welche durch die Cultur identificirt wurden. Die in den Körpersäften beobachteten Bacillen waren stets ohne Sporen. — Demnach scheinen die Pseudo-Oedembacillen wesentlich durch Production eines Ptomaïns schädlich zu wirken, unter dessen Einfluss schliesslich auch eine Vermehrung der Bacillen im Körper stattfinden kann.

Die genauer studirten Anaërobien (mit Ausnahme des B. muscoïdes) habe ich sodann einer vergleichenden Behandlung durch die verschiedenen für die Cultur bei Sauerstoffabschluss erprobten Methoden unterworfen, und habe dabei die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Resultate erhalten. Die Rubriken und die Bezeichnungsweise ist wie in Tabelle II; nur fehlten dort die hier zugefügten Rubriken „Stichcultur“ und „Entfernung der Luft mit Hülfe von Kohlensäure“. Die Zahlen bedeuten diesmal den Abstand von der Oberfläche der Nährsubstrate in Centimetern, von welchem

nach abwärts das Wachsthum der Colonieen beginnt. Ausnahmslos nahm Zahl und Ausdehnung der Colonieen von da bis zum Boden der Gläser stetig zu. — Auch hier sind die Zahlen fast sämmtlich Mittelzahlen aus mehreren (gewöhnlich 4 bis 8) Einzelbeobachtungen, die gut unter einander harmonirten. (Siehe Tab. III S. 166 und 167.)

Aus dieser tabellarischen Uebersicht ergiebt sich zunächst bezüglich der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Methoden gegenüber den anaëroben Bacterien, dass hohe Schichten von festem Nährsubstrat sehr gut geeignet sind, um auch die exquisiteten Anaërobien zum Wachsthum zu bringen. Letzeres erfolgt Anfangs gewöhnlich drei bis vier und mehr Centimeter unterhalb der Oberfläche; allmählich rücken aber die Colonieen hinauf, oft bis nahe an die Oberfläche, und zwar offenbar deshalb, weil die Gase, welche von den in der Tiefe entwickelten Colonieen producirt sind, den oberen Theil des Nährsubstrats sauerstofffrei machen; am ausgesprochensten und schnellsten findet daher dieses Aufwärtsrücken der Colonieen bei denjenigen Bacterien statt, welche Gährung und starke Gasentwicklung hervorrufen.

Aufgiessen einer Oelschicht hat nur einen geringen Effect und erschwert die Untersuchung in der früher angedeuteten Weise, so dass sich das Verfahren nicht empfiehlt.

Bedeckung der Platten mit Glimmerscheiben giebt für die Züchtung der Anaërobien keinen hinreichenden Sauerstoffabschluss. Mit dem Clostridium foetidum, als demjenigen unter den anaëroben Bacillen, der noch am wenigsten gegen Spuren von Sauerstoff empfindlich ist, wurden die Culturversuche mehrfach wiederholt, aber stets mit dem gleichen negativen Resultat. Auch diese Methode ist daher für die Züchtung der exquisiten Anaërobien nicht anwendbar.

Sowohl beim Bacillus polypiformis wie bei den Oedembacillen hat sich ferner in übereinstimmender Weise in einer grösseren Zahl von Versuchen gezeigt, dass Durchleitung von Kohlendioxyd die Entwicklung von Colonieen völlig verhindert. Bei der Ueberleitung desselben Gases, welche das Nährsubstrat vermuthlich noch ungesättigt mit CO_2 zurücklässt, wird eine so starke Schädigung zwar nicht beobachtet, aber immerhin kommt auch dann nur ein verlangsamtes und auf die untersten Schichten beschränktes Wachsthum zu Stande. Auch in den Schälchen, die in mit CO_2 gefüllten Apparaten aufbewahrt wurden, trat keinerlei Wachsthum auf. — Die Kohlensäure ist somit keineswegs indifferent für das Gedeihen anaërober Bacterienarten, und es ist damit eine weitere Begründung für die Forderung gegeben, dass bei Untersuchungen über den Einfluss des Sauerstoffmangels andere Gase als CO_2 zur Entfernung der Luft benutzt werden.

Tabelle

	Nährsubstrat.	Stich-cultur.	T.	Cultur von Aufschwemmung mit Luftzutritt.	T.	Unter Oel.	T.	Glimmerplatten.
Clostridium foetidum.	Blutserum	3·0	$1^1/_2$	—	—	—	—	—
	Nähr-Agar	fast bis oben	2	2·0 unt. wenig	1 2	2·3	$2^1/_2$	nichts
	Nähr-Agar + 1% Zucker	2·0 1·0	1 5	1·5	$1^1/_2$	1·0	$1^1/_2$	—
	Nähr-Gelatine	nichts	—	nichts	—	nichts	—	—
	Nähr-Gelatine + 1% Zucker	unten wenig	—	unten wenig	4	2·7	4	—
	Nähr-Gelatine + 1% Zucker	2·5 0·7	4 30	3·5 bis oben	$2^1/_2$ 30	1·0 bis oben	$2^1/_2$ 30	—
Bacillus polypiformis.	Blutserum	1·0	2	—	—	—	—	—
	Nähr-Agar	—	—	3·6	2	—	—	—
	Nähr-Agar + 1% Zucker	0·5 fast bis oben	1 2	2·0	2	1·2	$2^1/_2$	—
	Nähr-Gelatine	4·0	10	—	—	3·0	ca. 10	—
	Nähr-Gelatine + 1% Zucker	3·5	2	3·5	4	2·2	4	—
	Nähr-Gelatine + 2% Zucker	1·7	1	1·5	1	—	—	—
Malignes Oedem.	Blutserum	fast bis oben	1	—	—	—	—	—
	Nähr-Agar	—	—	nichts	—	nichts	—	—
	Nähr-Agar + 1% Zucker	2·3 1·5	1 2	1·5 2·0	$1^1/_2$ $1^1/_2$	1·0 unten drei Colonieen	$1^1/_2$ $1^1/_2$	—
	Nähr-Gelatine	4·2	4	3·0	6	1·5	6	—
	Nähr-Gelatine + 1% Zucker	3·3	4	2·8	4	2·5	4	—
	Nähr-Gelatine + 2% Zucker	2·0	$1^1/_2$	2·0	$1^1/_2$	1·0	$1^1/_2$	—
Pseudo-Oedembacillen	Nähr-Agar + 1% Zucker	1·0	$^1/_2$	1·25	$^1/_2$	1·25	$^1/_2$	—
	Nähr-Gelatine + 1% Zucker	1·0	2	—	—	—	—	—

robe Bacterien.

	hlensäure.			Wasserstoff.				Sauerstoffdurchleitung.	T.	Schälchen.				Platten unter Wasserstoff.	T.
	T.	Durchleitung.	T.	Ueberleitung.	T.	Durchleitung.	T.			Kohlensäure.	T.	Wasserstoff.	T.		
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	durchweg	1½	durchweg	1½	nichts	4	—	—	durchweg	1	durchweg	1
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	nichts	—	—	—	—	—
	—	—	—	durchweg	3	durchweg	3	einige kümmerliche Col.	6	—	—	nichts	—	—	—
n	2½ 14	—	—	—	—	—	—	—	—	nichts	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
e	2	nichts	—	durchweg	2	durchweg	2	—	—	—	—	0·5	1½	nichts	—
	10		—	unten wenige	6	unten wenige	6	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	nichts	—	durchweg	4	durchweg	4	—	—	—	—	nichts	—	—	—
	1½	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1½	—	—	durchweg	1½	durchweg	1½	—	—	—	—	1·0 1·0	1½ 3	nichts	—
	7	nichts	—	nichts	—	—	—	—	—	nichts	—	—	—	—	—
	4	nichts	—	durchweg	4	durchweg	4	—	—	—	—	nichts	—	nichts	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	nichts	—	—	—	—	—
	—	—	—	durchweg	½	durchweg	½	—	—	—	—	durchweg	½	durchweg	—
	—	—	—	durchweg	2	durchweg	2	—	—	—	—	—	—	—	—

Die mit Wasserstoff erfüllten Apparate haben sich dagegen als vorzüglich geeignet zur Züchtung der Anaërobien erwiesen. In den Reagensgläsern war die Entfernung des Sauerstoffs in jedem Versuch eine so vollständige, dass das Wachsthum der Colonieen durchweg in allen Schichten des Nährsubstrats und bis zur Oberfläche erfolgte. Selbst die anhaltende Ueberleitung des Gases brachte bereits die gleiche Wirkung zu Stande.

Auch die mit Wasserstoff gefüllten grösseren, zur Aufnahme von Platten bestimmten Apparate bewährten sich sehr gut; zwar gelang es beim Bac. polypiformis und bei den Oedembacillen nicht, in Platten Wachsthum zu erzielen; wohl aber in Schälchen, welche eine etwa 1·5 ^{cm} hohe Schicht des Nährsubstrats enthielten. Clostridium foetidum und die Pseudo-Oedembacillen lieferten dagegen in den H-Apparaten Platten, die sich in nichts von Aërobenplatten unterschieden.

Austreiben der Luft durch Wasserdampf mittelst der Hüfner-Rosenbach'schen Apparate habe ich in dieser Versuchsreihe nicht angewendet, weil dieselben in den früheren Versuchen mit aëroben Bacterien eher eine etwas weniger vollständige Entfernung des Sauerstoffs ergeben hatten (so bei Bac. anthracis), und weil der Gebrauch der Apparate jedenfalls complicirter ist und leichter zu Fehlern führt, als die Durchleitung von Wasserstoff.

Für alle Anaërobien erwies sich ein Zusatz von Zucker zum Nährsubstrat günstig, und zwar am besten in der Menge von zwei Procent. — Demnach sind zur ferneren Auffindung und Züchtung von anaëroben Bacterien am besten geeignet: Entweder hohe Schichten von Nähragar mit zwei Procent Dextrosezusatz; oder flache Schälchen mit einer 1·5 ^{cm} hohen Schicht des gleichen Nährsubstrats und in Gefässen aufbewahrt, aus welchen mittelst Durchleitens von Wasserstoff alle Luft ausgetrieben ist.

Was dann die einzelnen Arten der untersuchten Anaërobien betrifft, so zeigt die Tabelle, dass nicht alle den gleichen Grad von Empfindlichkeit gegen Sauerstoff besitzen. Für den Oedembacillus, Bac. polypiformis und Bac. muscoïdes ist eine noch vollständigere Entfernung des Sauerstoffs erforderlich, als für Clostridium foetidum und die Pseudo-Oedembacillen.

Einige Anaërobien, wie der Bacillus polypiformis und Bac. muscoïdes, vermögen weder ein peptonisirendes Ferment zu liefern, noch in den angewendeten Nährsubstraten Gährung zu erregen. Trotzdem gehören sie zu den exquisitesten Anaëroben, und wachsen zu um so grösseren Colonieen aus, je vollständiger die Entfernung des Sauerstoffs erreicht ist. Andererseits besitzen die Oedembacillen ein ziemlich energisches Peptonisirungsvermögen, erregen aber keine Gährung; die Pseudo-Oedembacillen

und Clostridium foetidum dagegen verflüssigen Gelatine und Eiweiss und bewirken starke Gährung und Gasentwicklung, die ersteren vermuthlich nur aus Kohlehydraten, die anderen sowohl aus Kohlehydraten wie aus Eiweiss. — Alle diese Eigenschaften gehen bezüglich ihrer Intensität mit dem Wachsthum der Colonieen parallel und werden wie diese um so mehr begünstigt, je vollständiger das Nährsubstrat von Sauerstoff befreit ist. —

Fassen wir die an den aëroben und an den anaëroben Bacterien gewonnenen Resultate zusammen, so ergiebt sich etwa folgende Stufenleiter für das Sauerstoffbedürfniss der untersuchten Arten: (Siehe Tab. IV S. 170 u. 171.)

Der Ausfall dieser Versuche ist geeignet, unsere Anschauungen über den Sauerstoffbedarf der Bacterien und speciell über die Anaërobiose etwas zu modificiren. Wir sehen zunächst, dass entsprechend den Behauptungen Pasteur's, thatsächlich exquisite Anaërobien existiren, welche um so besser gedeihen, je vollständiger ihnen der Sauerstoff entzogen ist; aber andererseits zeigt sich, dass die Gährungserregung zu dieser anaërobiotischen Existenz nur in einer sehr lockeren Beziehung steht, und dass in so fern die von Pasteur, Nägeli u. A. ausgesprochenen Hypothesen unrichtig sind. — Offenbar haben wir vielmehr je nach dem Sauerstoffbedürfniss drei Classen unter den Bacterien zu unterscheiden:

1) Obligate Anaërobien, welche für alle ihre Lebensfunctionen auf die Abwesenheit von Sauerstoff angewiesen sind. Unter ihnen finden wir Bacterien, welche Gährung erregen und andere, welche ohne Gährung sich erheblich vermehren; eine anaërobe Art, welche etwa nur durch gleichzeitige Gährung zur Existenz befähigt wird und also nicht wächst, wenn es an gährfähigem Material fehlt, ist bisher noch nicht beobachtet worden; doch ist es immerhin möglich, dass auch solche Arten noch gefunden werden. Keinesfalls ist aber für die obligaten Anaërobien gleichzeitige Gährung die unerlässliche Bedingung ihrer Vermehrung.

Sauerstoffzufuhr sistirt alle Lebensäusserungen dieser Bacterien.

2) Obligate Aërobien. Dieselben bedürfen unter allen Umtänden reichlicher Sauerstoffzufuhr; wird diese erheblich beschränkt, so sistiren sämmtliche Lebensäusserungen. Schon unter Oel wachsen die Aërobien kümmerlich; in den Wasserstoffgläsern kommt es zu keinerlei sichtbarer Vermehrung. Dahin gehören: Bac. aërophilus; Bac. fluorescens liquefaciens; Bac. cyanogenus; Bac. fuscus; Bac. aquatilis fuscus; Bac. subtilis; Sarcina lutea; Rosa Hefe. Genauer studirte Gährungen sind von keiner

Tabelle IV. Reihenfolge einiger Bacteri

Bacterienart.	Wachsthum bei Luftzutritt.	Unter Oel.	Unter Glimmerpla
1. Bacillus aërophilus.	Nur in der obersten Schicht. Peptonisirt.	kein Wachsthum.	Kein Wachsth
2. Bacillus fluorescens liquefaciens.	Nur in den oberen Schichten. Peptonisirt.	Verkümmert. Wachsth. peptonis. fast gar nicht.	—
3. Bacillus cyanogenus.	Nur in der obersten Schicht.	Sehr geringes Wachsthum.	—
4. Bacillus aquatilis fuscus.	Nur in der obersten Schicht.	—	—
5. Bacillus fuscus.	Nur in der obersten Schicht.	Sehr kümmerlich.	—
6. Bacillus subtilis.	Nur in den oberen Schichten. Peptonisirt.	Langsamer. Peptonisirt langsam. u. schwächer.	Kleine Colonie
7. Sarcina lutea.	In den oberen Schichten kräftiger.	Langsamer und kümmerlicher.	—
8. Rosa Hefe.	In den oberen Schichten kräftiger.	Kümmerlich.	—
9. Micrococcus tetragenus.	In den oberen Schichten kräftiger.	—	—
10. Bacillus anthracis.	In den oberen Schichten kräftiger. Peptonisirt.	Fast ebenso kräftig, peptonisirt schwach.	—
11. Spirillum Cholerae asiaticae.	In den oberen Schichten kräftiger. Peptonisirt.	Wachsth. etwas schwächer. Peptonis. langs.	Verzögertes Wa etwas kleinere C
12. Spirillum tyrogenum.	In den oberen Schichten kräftiger. Peptonisirt.	Wachsth. etwas schwächer. Peptonis. langs.	—
13. Spirillum Finkler.	In den oberen Schichten kräftiger. Peptonisirt.	—	—
14. Streptococcus pyogenes.	In den oberen Schichten viell. etwas kräftiger.	—	—
15. Bacillus typhi abdominalis.	In den oberen Schichten etwas kräftiger.	Vielleicht etwas schwächer.	Verzögertes Wa kleinere Coloni
16. Staphylococcus pyog. aureus.	Durchweg, peptonisirt.	Durchweg, peptonisirt langsamer.	—
17. Bacillus murisepticus.	Durchweg.	—	—
18. Bacillus prodigiosus.	Durchweg, peptonisirt.	Durchweg. peptonisirt ebenso.	—
19. Proteus vulgaris.	Durchweg, peptonisirt.	—	—
20. Bacillus acidi lactici.	Durchweg.	—	—
21. Bacillus Pneumoniae.	Durchweg.	Durchweg, ebenso.	—
22. Bacillus crassus sputigenus.	Durchweg.	Durchweg, ebenso.	—
23. Clostridium foetidum.	$^1/_2$—2 cm unter d. Oberfl. beginnend; peptonisirt.	$^1/_2$—2 cm unter d. Oberfl. beginnend; peptonisirt.	Kein Wachsth
24. Pseudo-Oedem-bacillen.	1—1 $^1/_2$ cm unt. d. Oberfl. beginnend; peptonisirt.	1—1 $^1/_2$ cm unt. d. Oberfl. beginnend; peptonisirt.	—
25. Bacillus polypiformis.	1 $^1/_2$—2 $^1/_2$ cm unter der Oberfläche beginnend.	1—2 cm unter der Oberfläche beginnend.	—
26. Bacillus des malignen Oedems.	1 $^1/_2$—3 cm unt. d. Oberfl. beginnend; peptonisirt.	1—2 $^1/_2$ cm unt. d. Oberfl. beginnend; peptonisirt.	—

en nach ihrem Sauerstoffbedürfniss.

Hüfner-enbach'-en Apparat.	Unter Wasserstoffgas Platten.	Schälchen.	Ueberleitungs-Apparate.	Durchleitungs-Apparate.
—	—	—	Kein Wachsthum.	Kein Wachsthum.
—	—	—	"	"
—	—	—	"	"
—	—	—	"	"
—	—	—	"	"
—	—	—	"	"
—	—	—	"	"
—	—	—	"	"
—	—	—	Etwas weniger kräftig, durchweg.	"
ngsamer; ere Colon.	—	—	Etwas langsamer, durchweg.	Fast gar nicht.
—	—	—	Durchweg, aber sehr kleine Colonieen.	Durchweg, aber sehr kleine Colonieen.
—	—	—	Durchweg, aber kümmerlich.	Durchweg, aber kümmerlich.
—	—	—	Durchweg, aber kümmerlich.	Durchweg, aber kümmerlich.
—	—	—	Durchweg, aber langsamer.	Durchw., aber langsamer u. kümmerlich
venig langsamer.	—	—	Durchweg, aber etwas kümmerlich.	Durchweg, aber etwas kümmerlich.
venig langsamer.	—	—	Durchweg.	Durchweg, aber langsamer.
—	—	—	Kümmerlicher u. nur in der oberen Schicht	Kümmerlicher u. nur in der oberen Schicht
—	—	—	Durchw., u. peptonisirt kaum schwächer	Durchw., u. peptonisirt kaum schwächer
s verzögert.	—	—	Durchw., u. peptonisirt kaum schwächer	Durchw., u. peptonisirt kaum schwächer
—	—	—	Durchweg.	Durchweg.
—	—	—	Durchweg.	Durchweg.
—	—	—	Durchweg.	Durchweg.
—	Durchweg, kräftig.	Durchweg, kräftig.	Durchweg, kräftig, peptonisirt.	Durchweg, kräftig, peptonisirt.
—	Durchw., kräftig, peptonisirt.	Durchweg, kräftig, peptonisirt.	Durchweg, kräftig, peptonisirt.	Durchweg, kräftig, peptonisirt.
—	Kein Wachsthum.	$^{1}/_{2}$ cm unter der Oberfläche beginnend.	Durchweg, kräftig.	Durchweg, kräftig.
—	Kein Wachsthum.	1 cm unter der Oberfläche beginnend.	Durchweg, kräftig.	Durchweg, kräftig.

dieser Arten bis jetzt bekannt; Bac. fluor. liquef. scheint jedoch eine tiefere Spaltung des Eiweissmoleküls mit Entwicklung flüchtiger Fettsäuren zu bewirken.

3) Facultative Anaëroben. Diese Bacterien sind für gewöhnlich auf Zufuhr von Sauerstoff angewiesen; alle ihre Lebensäusserungen gehen am kräftigsten von Statten, wenn sie mit reichlichen Sauerstoffmengen in Berührung sind, und eine Beschränkung der letzteren führt ersichtlich zu einer Verlangsamung des Wachsthums. Sie sind aber andererseits nicht so empfindlich gegen Sauerstoffmangel, dass sie ihre Lebensäusserungen dann etwa völlig einstellten, sondern sie pflegen je nach der Vollständigkeit der Sauerstoffentziehung, immerhin noch eine beträchtliche Consumtion des Nährmaterials und eine bedeutende Vermehrung zu leisten. Dahin gehören namentlich alle untersuchten pathogenen Bacterien: Bac. anthracis, Spirillum cholerae asiaticae, Bac. typhi abdom., Staphylococcus aureus, Streptococcus pyogenes; Bac. Pneumoniae; Bac. crassus sputigenus. Ferner verschiedene Saprophyten, so Bac. acidi lactici, Bac. prodigiosus, Proteus vulgaris u. s. w.

Bezüglich des Einflusses der Gährung gelangen wir auch bei dieser Gruppe von Bacterien zu wesentlich veränderten Anschauungen. Wie bereits S. 157 betont wurde, vermögen einige facultative Anaërobien — Bac. crassus sputig., Bac. Pneumoniae, Proteus vulgaris — in zuckerhaltigem Substrat Gährung zu erregen; aber diese Gährung verläuft in anscheinend genau derselben Weise bei Sauerstoffzutritt wie bei Sauerstoffabschluss. Der Bac. prodigiosus bietet den einzigen Ausnahmefall, dass Gährung nur in den sauerstofffreien Culturen eintritt; aber auch hier ist nicht etwa die Gährung ein Mittel, dessen sich der Pilz bedient, um bei dem Sauerstoffabschluss leben und wachsen zu können, sondern er vermag ebensowohl im luftfreien Raum zu gedeihen, wenn gar kein gährfähiges Material im Nährsubstrat vorhanden ist.

Somit habe ich unter den von mir untersuchten Bacterien bis jetzt keine Art kennen gelernt, welche in Pasteur's und Nägeli's Sinne erst durch die Gährung zur anaërobiotischen Existenz befähigt würde. Allerdings habe ich einige Bacterien (wie Bac. acidi lactici) noch nicht mit specieller Berücksichtigung dieser Frage nebeneinander in zuckerfreiem und in zuckerhaltigem Nährsubstrat geprüft, und es ist gewiss möglich, dass bei fortgesetzten Untersuchungen einzelne Arten gefunden werden, welche die Nägeli'sche Vermuthung bestätigen. Von Escherich ist kürzlich in der That ein Beispiel solcher durch die Gährungserregung ermöglichter Anaërobiose in dem Bacillus lactis aërogenes beigebracht worden. Demnach muss man es wohl als wahrscheinlich bezeichnen, dass die facultativen Anaëroben sich in zwei Gruppen theilen: in solche,

welche in jedem guten Nährsubstrat auch bei starker Verminderung des Sauerstoffs zu gedeihen vermögen; und in solche, welche den Ausfall an Sauerstoff nur ertragen, wenn sie Gährung erregen können. Keinesfalls aber scheint die letzte Gruppe überwiegend gross zu sein; sondern im Ganzen stellt sich der Einfluss der Gährungserregung auf die anaërobiotische Existenz als relativ gering und vermuthlich auf wenige Arten beschränkt heraus. —

Manche der oben mitgetheilten Resultate — so namentlich die facultative Anaërobiose der Milzbrand-, Typhus- und Cholerabacillen — stimmen nicht überein mit den von anderen Beobachtern erhaltenen Ergebnissen.[1] Ich möchte trotzdem an der Richtigkeit meiner Resultate festhalten, und zwar deshalb, weil ich stets sehr zahlreiche Versuche angestellt habe und weil die verschiedenen von mir gleichzeitig angewendeten Methoden sich gegenseitig ergänzten und controlirten. Jene abweichenden Beobachtungen wurden im Ganzen mehr beiläufig angestellt, während das wesentlichste Interesse auf andere Eigenschaften der untersuchten Bacterien gerichtet war. Ferner wurde bei jenen Versuchen meist Kohlensäure benutzt, die, wie ich gezeigt habe, nicht als indifferentes Gas zur Entfernung der Luft verwendet werden darf; oder die Methode der Glimmerscheiben-Platten, die aber oft nicht lange genug aufbewahrt werden können, um die stark verzögerte Entwicklung der Colonieen noch zur Wahrnehmung gelangen zu lassen. — Ich glaube, dass es unter Anwendung der von mir geprüften vollkommeneren Methoden auch Anderen leicht gelingen wird, meine Resultate zu bestätigen. Für möglichst genaue Nachprüfungen möchte es empfehlenswerth sein, nach Buchner's Vorschlag eine Reihe von Culturgläsern mit einander zu verbinden, aus allen die Luft durch Wasserstoff auszutreiben und nur die mittleren Gläser mit dem zu prüfenden Pilz, die ersten und letzten dagegen mit bekannten Anaëroben oder mit solchen Bacterien zu besäen, welche bei Anwesenheit kleinster Spuren von Sauerstoff noch wachsen und somit eine unvollständige Entfernung der Luft sehr scharf anzeigen. Hierzu würden nach der obigen Tabelle z. B. Milzbrandbacillen und Micr. tetragenus geeignet sein.

Eine Erklärung der Thatsache, dass zahlreiche Bacterien ohne jede Zufuhr freien Sauerstoffs zu leben vermögen und sich stark vermehren, kann wohl erst dann mit Aussicht auf Erfolg versucht werden, wenn die Ex-

[1] Koch *Verhandlungen der Choleraconferenz.* II. — Eisenberg, *Bacteriologische Diagnostik.* — Buchner, *Archiv für Hygiene.* Bd. III.

perimente mit mehrfacher Variation der Nährsubstrate und mit einer Analyse namentlich der gasigen Stoffwechselproducte wiederholt sind.

Eine solche genauere Erkenntniss der Anaërobiose haben wir guten Grund energisch anzustreben, nicht nur im Hinblick auf allgemein biologische Fragen, sondern namentlich auch im hygienischen Interesse.

Freilich könnte der Umstand, dass wir so scheinbar schwierige und künstliche Anstalten treffen müssen, um überhaupt im Laboratorium die Anaërobien zum Wachsthum zu bringen, leicht zu der Anschauung führen, dass in unserer natürlichen Umgebung die Anaërobien eine ganz untergeordnete Rolle spielen und nur selten vorkommen. Diese Ansicht wird aber schon dadurch auf das entschiedenste widerlegt, dass wir einigen anaëroben Bacterien, wie den Buttersäurebacillen, den Oedembacillen ganz ausserordentlich häufig begegnen. Mit der Verfeinerung der Methoden zum Nachweis der Anaërobien, kommt man dann immer mehr zu der entgegengesetzten Ueberzeugung, dass vielmehr in den allerverschiedensten fauligen Substraten, in jeder Jauche, in jeder gedüngten Erde, grosse Mengen von anaëroben Bacterien leben.

Wie dieselben dort ohne künstliche Entfernung des Sauerstoffs ihre Existenz ermöglichen, das ist sehr leicht verständlich, wenn man erwägt, dass in faulenden Flüssigkeiten häufig die herrschenden Bacterienarten wechseln und dass die eine der anderen durch ihre Stoffwechselproducte und durch die Veränderung des Nährsubstrats den Boden zu bereiten vermag. Zuerst entwickeln sich Aërobien und facultative Anaërobien; diese consumiren den Sauerstoff des Mediums und liefern als Stoffwechsel- und Gährungsproducte CO_2, H und andere Gase. Auf diese Weise wird jedenfalls eine so vollständige Entfernung des Sauerstoffs bewirkt, wie sie kaum je durch unsere künstlichen, mehr massiven aber weniger gründlichen Mittel erreicht werden kann. Es kommen dadurch Phasen der Fäulniss zu Stande, in welchen für die fast überall vorhandenen Keime der Anaërobien die günstigsten Bedingungen zu reichlicher Vermehrung vorliegen, so dass sie an der Zersetzung des Materials sich energisch betheiligen und eine Zeitlang im Substrat dominiren; bis dann schliesslich durch das Ueberwiegen der CO_2 und durch andere ungünstigere Einflüsse auch ihre Lebensthätigkeit mit der Bildung von Ruheformen ein Ende erreicht.

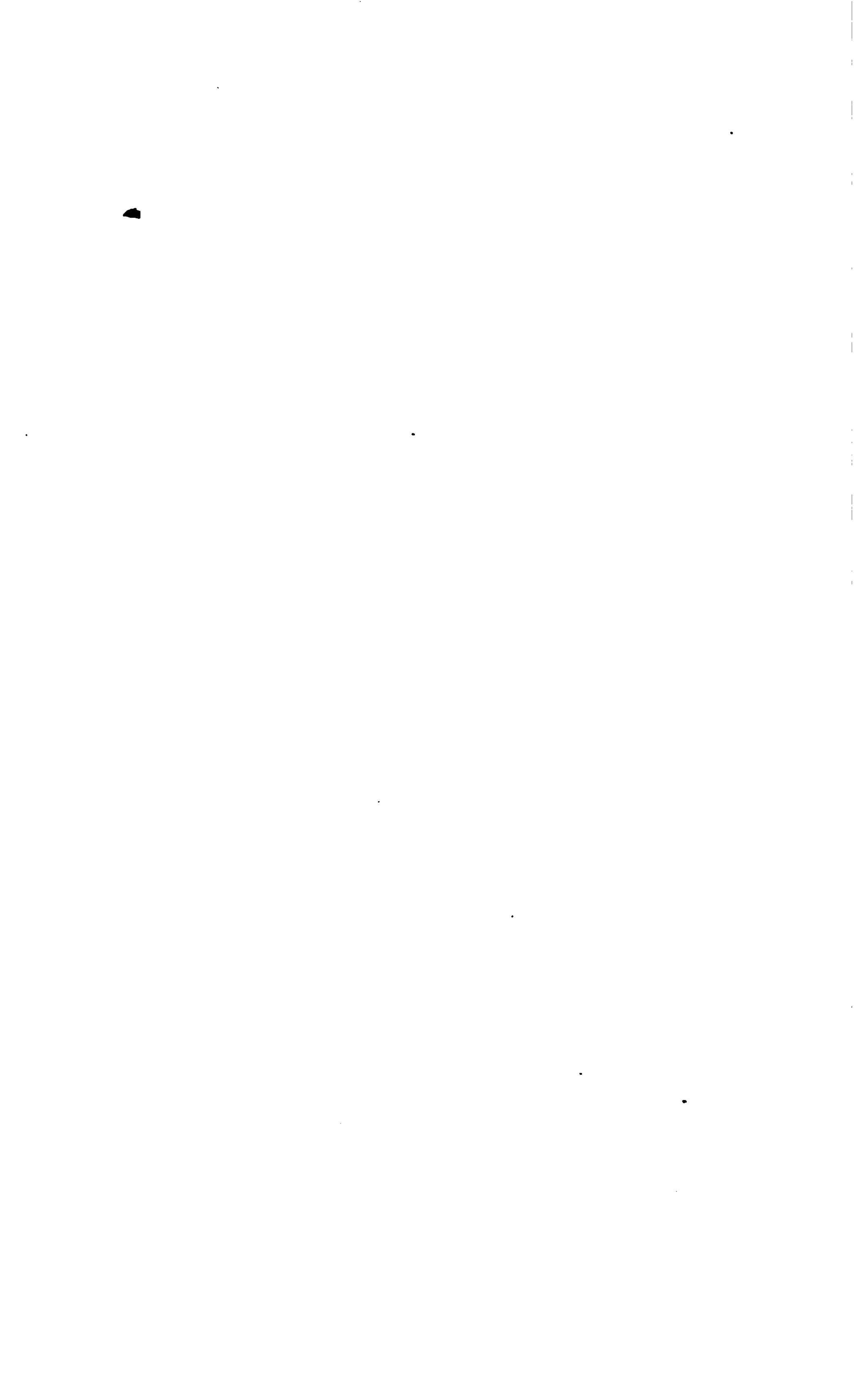
Aber nicht nur als Saprophyten und als häufige Gährungs- und Fäulnisserreger haben die Anaërobien eine Bedeutung; auch in einer parasitären, den Körper des Warmblüters schädigenden Rolle begegnen wir ihnen nicht selten. Früher war allerdings die Ansicht verbreitet, dass nur solche Bacterien im lebenden Körper sich vermehren und eventuell mit den Zellen des Körpers concurriren können, welche ein sehr ausgeprägtes Sauerstoffbedürfniss haben und sogar durch activen Sauerstoff in

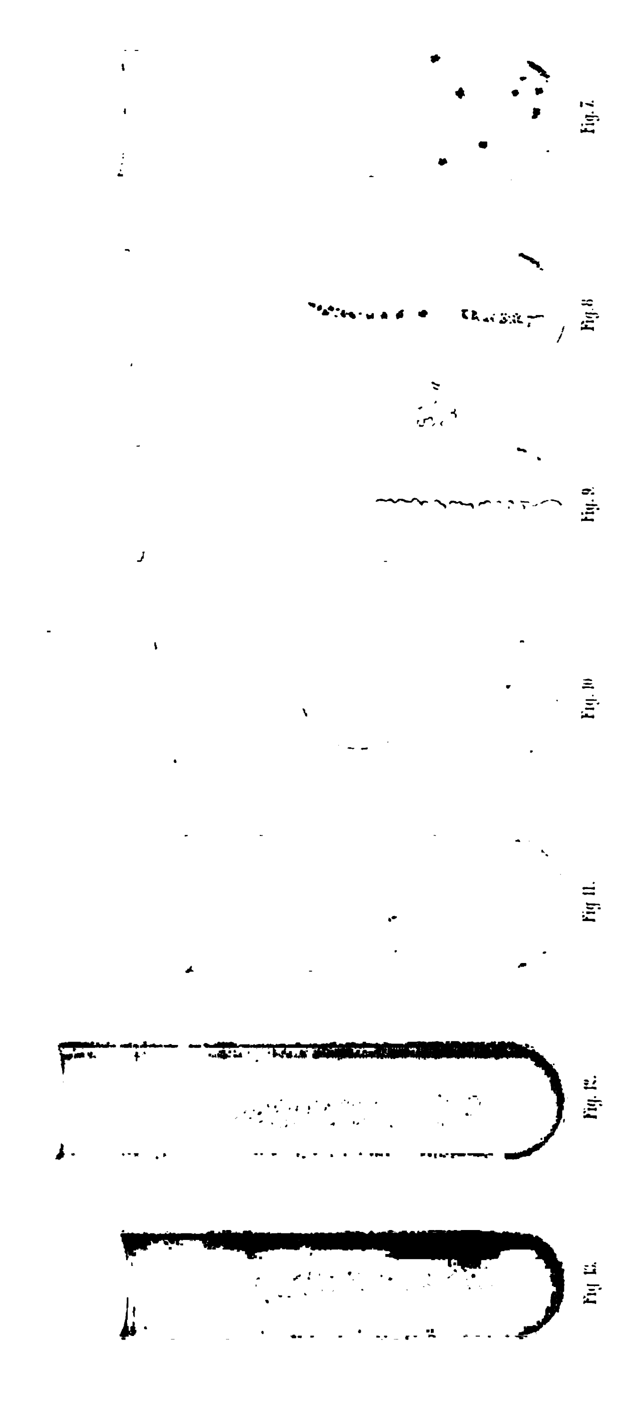
ihrer Entwicklung begünstigt werden. Aber die eigenthümliche aus den oben mitgetheilten Tabellen hervorgehende Thatsache, dass alle bisher untersuchten Bacterien nicht zu den Aërobien, sondern zu den facultativen oder obligaten Anaërobien gehören, deutet schon darauf hin, dass diese frühere Vorstellung unrichtig ist und dass ein starkes Sauerstoffbedürfniss keine für eine pathogene Bacterienart zweckmässige Ausrüstung repräsentiren würde. In der That scheint sich der Kampf zwischen Zellen und Bacterien gar nicht an solchen Stellen des Körpers abzuspielen, wo reichliche Mengen freien Sauerstoffs zugegen sind und in die Concurrenz eingreifen können; sondern der Ort des ersten Kampfes liegt vorzugsweise in den Geweben und sogar im Innern der Zellen, also in Regionen, die höchstens Spuren freien Sauerstoffs und oft auch diese nicht enthalten. Ein Bestehen dieses Kampfes ist daher eigentlich nur denkbar für Bacterien, die selbst gegen eine völlige Entziehung des Sauerstoffs relativ unempfindlich sind und darauf höchstens mit einer Wachsthumsverzögerung reagiren.

Einige der bisher bekannten pathogenen Bacterien sind ferner bereits seit lange als zu den exquisiten Anaërobien gehörig erkannt; so die Oedembacillen, die Rauschbrandbacillen. Ferner sind bei Wundinfectionskrankheiten mehrfach Bacterien beobachtet, die in den üblichen Culturen nicht wuchsen und vermuthlich Anaërobien waren (Rosenbach). Es ist dies um so wahrscheinlicher, als das abgestorbene und zerfallende Gewebe bei tieferen Verletzungen gerade so gut wie irgend welches todte Fäulnissmaterial für die Entwicklung von Anaërobien einen äusserst günstigen Boden bildet; und um so gefährlicher, als nach noch nicht abgeschlossenen Versuchen, welche Henrijean im hiesigen Institut anstellte, gerade manche Anaërobien auffällig grosse Mengen von Ptomaïnen liefern und dadurch den Körper auf's schwerste schädigen können, selbst wenn kein Eindringen specifisch pathogener Bacterien in den Organismus erfolgt. — Endlich sei noch darauf hingewiesen, dass auch diejenigen pathogenen Bacterien, welche sich im Darm entwickeln und von dort aus schädigende Stoffwechselproducte liefern oder in den Körper eindringen, ebenfalls ein wenig ausgeprägtes Sauerstoffbedürfniss haben müssen. Die Menge von freiem Sauerstoff, die im unteren Theil des Dünndarms resp. im Dickdarm gefunden wird, ist nach den darüber vorliegenden Analysen meist sehr gering; nicht selten kommt es zu einem Fehlen des Sauerstoffs und statt dessen zu einer Füllung mit einem wesentlich aus CO_2, H und Kohlenwasserstoffen bestehenden Gasgemenge, an dessen Production sogar exquisite Anaërobien betheiligt zu sein pflegen. Unter diesen Umständen sind nur solche Bacterien zu einer andauernden, um die wechselnde Zusammensetzung der Darmgase unbekümmerten Entwicklung befähigt, welche zu den facultativen Anaë-

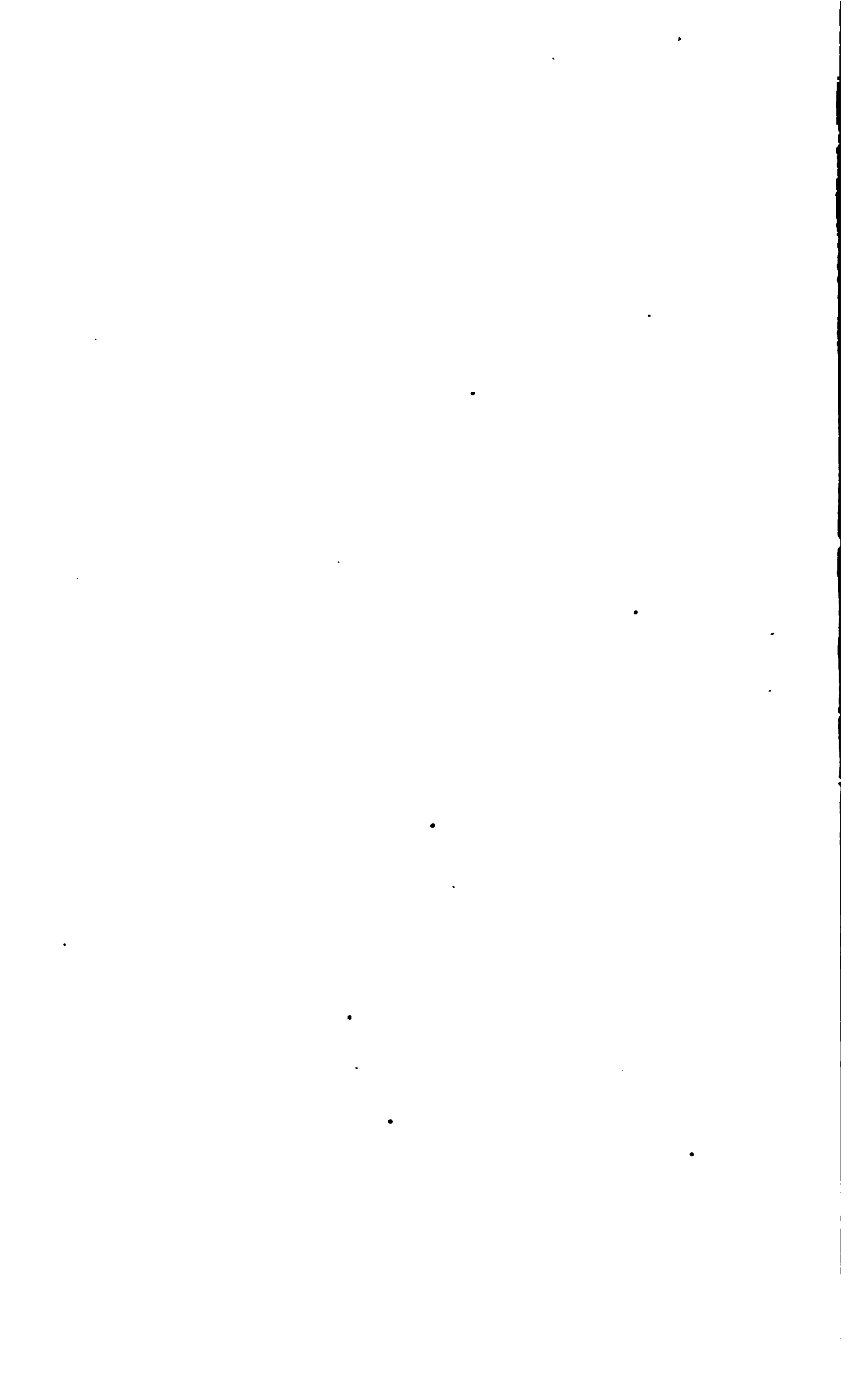
roben gehören und selbst durch gänzlichen Sauerstoffmangel höchst
einer Verzögerung ihrer Vermehrung veranlasst werden. Das in
Versuchen gefundene Sauerstoffbedürfniss der Cholera- und Typhus
entspricht daher ganz den Postulaten, welche man für eine ene
Lebensthätigkeit dieser Bacterien im Darm a priori erwarten muss

Nach den verschiedensten Richtungen hin hat somit die Hygie
Interesse an weiterer Aufklärung über das Sauerstoffbedürfniss der Ba
und über die Anaërobien; und es ist zu hoffen, dass wir unter Ben
der hier gegebenen Methoden bald zu einer detaillirteren Kenntni
verschiedenen Arten von Anaërobien, ihrer Fundorte, Merkmal
Wirkungen gelangen werden.





Veit & Comp



Erklärung der Abbildungen.

Taf. II.

Fig. 1. Junge Colonie von Bacillus polypiformis in Gelatine. 80/1.
Fig. 2. Aeltere Colonie von Bac. polypiformis. 80/1.
Fig. 3. Junge Colonie von Clostridium foetidum in Agar. 80/1.
Fig. 4. Aeltere Colonie derselben Art. 80/1.
Fig. 5. Colonie von Bacillus muscoïdes in Gelatine. 80/1.
Fig. 6. Colonie von Bacillen des malignen Oedems. 80/1.
Fig. 16. Bacillus polypiformis; gefärbtes Deckglaspräparat. 700/1.
Fig. 17. Clostridium foetidum; Deckglaspräparat, 700/1.

Taf. III.

Fig. 7. Colonieen von Bacillus polypiformis in Gelatine. — Eine Colonie ist von der Colonie einer anderen Anaërobien-Art umwuchert.

Fig. 8. Stichcultur von Bac. polypiformis in Gelatine; a eine Colonie bei Lupenvergrösserung.

Fig. 9. Stichcultur von Bacillen des malignen Oedems in Gelatine.
Fig. 10. Einzelne Colonie derselben Art in Gelatine.
Fig. 11. Vertheilte Colonieen derselben Art in Agar.
Fig. 12. Stichcultur derselben Art in Agar.
Fig. 13. Stichcultur von Bacillus muscoïdes in Gelatine.
Fig. 14. Cultur von Clostridium foetidum in Agar unter Oel } s. S. 161.
Fig. 15. Cultur derselben Art in Agar nach Entfernung der Luft durch Wasserstoff } s. S. 161.

Ueber Wasserfiltration.

Von

Dr. W. Hesse,
Bezirksarzt in Schwarzenberg.

Ein sonst unverdächtiges Wasser, das sich aber wegen seines Reichthums an schwebenden Bestandtheilen zum unmittelbaren Gebrauche nicht eignet, sind wir — mangels eines anderen Ausweges — genöthigt, zu filtriren. Das höchste Ziel der Filtration ist die Entfernung sämmtlicher mechanischer Beimengungen, namentlich auch aller Mikroorganismen, also die Lieferung eines keimfreien Filtrates. Bisher ist dieses Ziel für praktische Zwecke nur in den Vorarbeiten für den Filtrationskleinbetrieb verfolgt und erreicht worden, indem es zwei von einander unabhängigen Beobachtern ziemlich gleichzeitig gelang, durch Thonzellen (Chamberland-Pasteur), wie durch Scheiben von comprimirtem Asbest (Hesse) von verhältnissmässig geringer Oberfläche unter Druck so grosse Mengen Wassers dauernd keimfrei zu filtriren, dass an der Hand der gewonnenen Erfahrungen an die Herstellung von Kleinfiltern für den Haus- und Wirthschaftsgebrauch gedacht werden konnte.

Ja, es gelangten bereits derartige Thonfilter in den Handel, deren allgemeiner Verbreitung aber leider ihre Unzuverlässigkeit (Undichte), ihr hoher Preis und die Umständlichkeit ihrer Bedienung hinderlich sind.

Ist demnach der Gewinn für die Praxis seitens der Thonfilterapparate ein zweifelhafter gewesen, und machten sich an den Asbestapparaten noch weitere Verbesserungen gemäss den am Schlusse meines Aufsatzes in Nr. 5 der Deutschen Medicinischen Wochenschrift v. J. 1885 gemachten Andeutungen erforderlich, um die Menge des Filtrates zu steigern, so bezeichnen gleichwohl beide Systeme die Richtung, in welcher mit Erfolg weiter zu arbeiten z. Z. die Aussicht am grössten ist. Denn es hat sich heraus-

gestellt, dass alle anderen bisher gebräuchlichen Filter entweder von vornherein Keime durchlassen, oder doch nur kurze Zeit keimdicht sind, mit dem Erfolge, dass, wie z. B. bei den Kohlenfiltern, binnen Kurzem das Filtrat keimreicher ist, als das dem Filter zugeführte Wasser. Bei meinen neuen, mit Asbest- und Thonzellenapparaten angestellten Versuchen, über deren Ergebniss ich im Folgenden berichte, bediente ich mich hohen (0·7 bis 2·8 Atm.) und niedrigen (ca. 1 ^{m} Wassersäule) Druckes.

Wenn auch im Allgemeinen die Ergebnisse meiner Untersuchungen nur für die mir zur Verfügung stehenden, gewöhnlich klaren und keimarmen Gebirgswässer gelten, so wurden doch zeitweise durch meteorische und andere zufällige Einflüsse, wie auch durch absichtliche Vornahmen die für Filtration denkbar ungünstigsten Bedingungen geschaffen und deren Wirkung studirt.

Das Filtrat wurde fortgesetzt in bekannter Weise auf Keime geprüft. In den Versuchen mit Asbest benutzte ich schliesslich möglichst dünne (unter 1 mm) ebene Schichten reinen langfasrigen comprimirten Asbestes canad. A. Nr. 1 der Firma John Bell in Berlin).

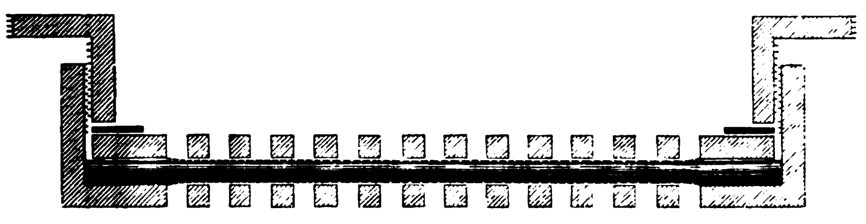


Fig. 1.

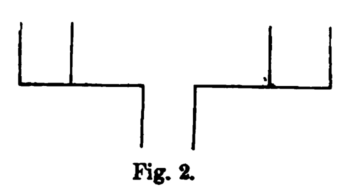
Die Asbestapparate (Fig. 1) bestanden im Wesentlichen aus zwei mit feiner Drahtgaze überzogenen starken planen runden Siebplatten, zwischen welchen durch eine Schraubvorrichtung der in feuchtem gequollenem Zustande eingetragene Asbest gewöhnlich im Schraubstock unter Benutzung eines Hebels zusammengepresst wurde. Der Rand der Siebplatten blieb zur Vermeidung seitlichen Durchtretens von Keimen solid.

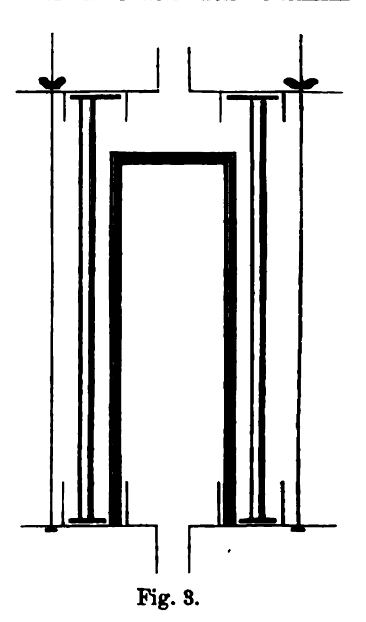
Die Menge des Filtrates ist natürlich nur auf den durchlochten Theil der Siebplatten zu beziehen, auch ist für diesen das Gewicht der zwischengelagerten Asbestschicht aus dem Gewicht des gesammten in den Apparat gebrachten Asbestes zu berechnen.

Von Thonzellen benutzte ich ausser den Chamberland'schen Fabrikate der Firma Eugen Hülsmann, sonst Carl und Gustav Harkort in Altenbach bei Wurzen, welche sich unter den mir zugänglichen als die geeignetsten erwiesen, indem sie bei grösster Festigkeit die grösste Durchlässigkeit besassen.

Doppelt so weit wie die Chamberland'schen Zellen leisteten sie zwar noch weniger als diese, filtrirten dafür aber sicherer keimfrei und kosteten nur den fünften Theil.

Die Filtration durch Thonzellen geschah nach zwei Methoden: Entweder liess man die Wassersäule direct auf das Filter drücken oder man stellte eine Saugwirkung her dadurch, dass man die mit einem Schlauche verbundene und mit sterilisirter Flüssigkeit gefüllte Zelle in das zu filtrirende Wasser legte, und den gleichfalls gefüllten Schlauch unter den Wasserspiegel senkte. Im ersten Falle wurden die Zellen auf eine starke Blechtülle von beistehender Form (Fig. 2) aufgesiegelt, dann wurde um die Zelle herum ein Gummiring gelegt, desgleichen ein Gummiring in den Pfalz einer zweiten Blechtülle, und nun ein über die Zelle gestülpter Glascylinder zwischen den Gummiringen abgedichtet, indem man die beiden durch drei Metallstäbe verbundenen Tüllen einander vermittelst Schrauben thunlichst näherte (Fig. 3).


Fig. 2.


Fig. 3.

Anderenfalls bedurfte es keiner Ummantelung der Zellen; dagegen musste behufs Füllung des Apparates in den Gummischlauch ein T-Rohr eingeschaltet, und um das Ausfliessen des Schlauches zu verhüten, dessen herabhängendes Ende mit einem gebogenen Glasröhrchen versehen werden. (Fig. 4). Diese letztere Construction eignet sich selbstverständlich nur für Versuche mit geringem Drucke.

In allen Fällen wurde die Oeffnung, aus welcher das Filtrat abtropfte, mit Luftschutz versehen, um dem Anfliegen von Luftkeimen zu begegnen. Die lichten Durchmesser der Metall- und Glasrohre wurden thunlichst gross (1 cm) genommen, um den ungestörten Durchtritt der Flüssigkeit zu sichern.

Neuerdings erhielt ich auf mein Ansuchen aus der Hülsmann'schen Fabrik Zellen, welche in vielfacher Beziehung äusserst vortheilhaft construirt sind (Fig. 5).

Dieselben bestehen aus einer mit Manschette versehenen, der Chamberland'schen nachgebildeten porösen Zelle, auf welche eine ebenfalls mit

Manschette versehene Hülse von undurchlässigem Thon passt. Wenn man die Manschetten auf einander kittet, ist der Apparat ohne Weiteres für den Versuch fertig.[1] Ich habe die Manschetten stets nur auf einander gesiegelt und bei dauernder Anwendung von 7 m Wassersäule nie einen Unfall erlebt.

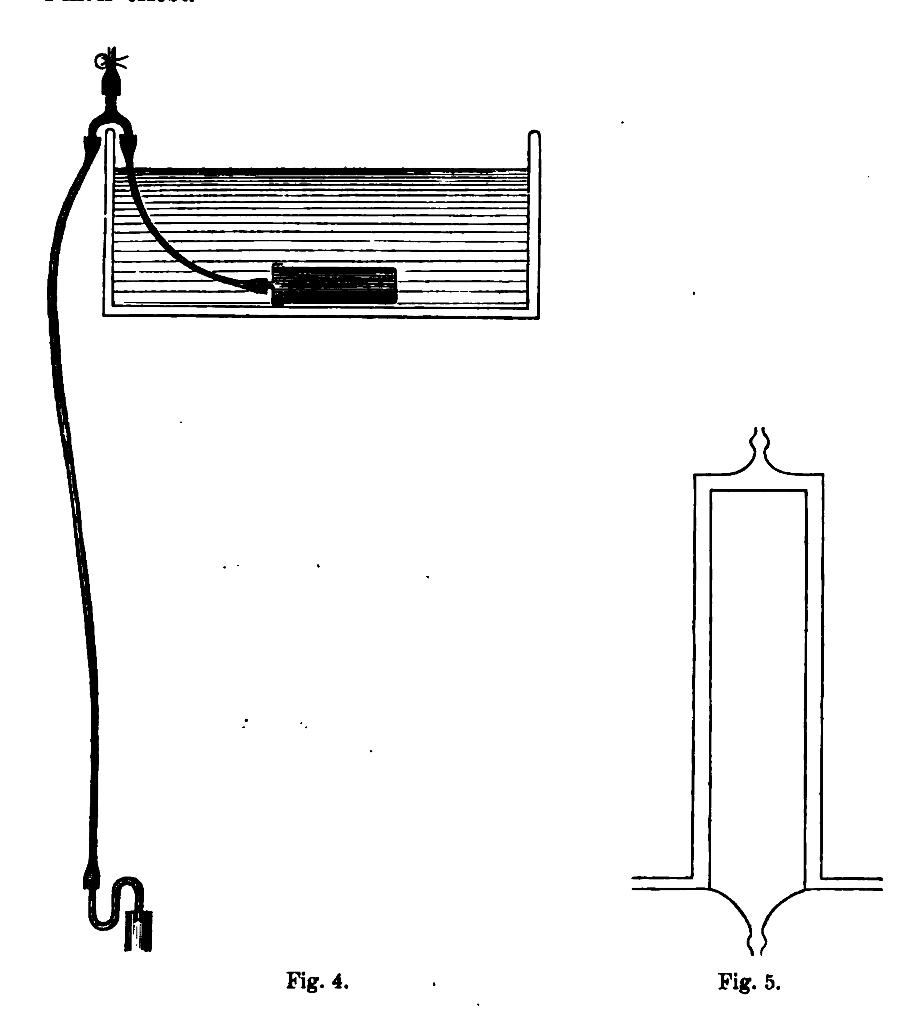


Fig. 4. Fig. 5.

Bedingung für das Gelingen sowohl der mit Asbest als der mit Thonzellen angestellten Versuche ist, dass die Poren des Filters den Keimen den Durchtritt verwehren, dass also die Keime in Folge der

[1] Ein solcher Apparat stellt sich auf etwa 3 M.

Kleinheit der Poren mit den übrigen schwebenden Bestandtheilen lediglich auf der Oberfläche des Filters zur Ablagerung kommen, nicht aber in dasselbe eindringen oder gar dasselbe durchdringen.

Ich muss darauf verzichten, die Protokolle sämmtlicher (nahezu 100) Versuche zu veröffentlichen; es dürfte auch genügen, wenn ich am Schlusse dieser Arbeit aus den drei wichtigsten Versuchsgruppen einzelne Beispiele heraushebe.

Während richtig besorgte Asbestfilter stets dauernd keimfrei filtrirten, war dies bei den Thonzellen, namentlich den Chamberland'schen, keineswegs der Fall. Nichtsdestoweniger habe ich im Folgenden aus zwei Gründen die Thonfilter als den Asbestfiltern gleichwerthig hingestellt: Erstens weil die Ergebnisse meiner Versuche mit Thonzellen — ganz abgesehen von ihrem Verhalten den Wasserkeimen gegenüber — in physikalischer Hinsicht ausserordentlich interessant waren, und zweitens, weil ich nicht bezweifle, dass es der Technik in kürzester Zeit gelingen wird, zuverlässig dauernd keimdichte Thonzellen in Masse herzustellen. Bedingung ist hierbei m. E., dass die Poren kleiner sind, als bei den Chamberland'schen Zellen, und die Anwesenheit selbst der kleinsten die ganze Wand durchdringenden Risse und Sprünge ausgeschlossen ist.

Ergebnisse. Filtration unter hohem Druck.

Wie zu erwarten war, stieg die Menge des Filtrates proportionell dem Drucke. Dieses einfache Verhältniss war aber nur von äusserst kurzem Bestand; es veränderte sich um so schneller zu Ungunsten der bei Druck erzielten Leistung, je höher der Druck und je unreiner das zu filtrirende Wasser war. Die Ursachen für diese Erscheinung liegen auf der Hand: Es bildet sich in der Zeiteinheit unter hohem Druck mit der grösseren Filtratmenge ein reichlicherer Niederschlag auf dem Filter, und dieser wird um so fester in und auf die Filterporen gepresst, je höher der Druck ist.

Ausserdem zeigte es sich, dass bei Filtration unter hohem Druck die Abnahme des Filtrates anfangs am rapidesten erfolgt, nach und nach aber stetig geringer wird. Sie geht offenbar in Form einer Parabel vor sich, aus deren Anfangselementen der Mathematiker gewiss sofort die zu erwartende Leistung des Filters für beliebige Zeit vorausbestimmen kann, ebenso aber auch einen mathematischen Ausdruck für die Menge der die Filtration hemmenden Bestandtheile gewinnen wird. Die Form der Curve hängt zum Theil von der im Verlaufe des Versuches immer geringer werdenden Menge des durchtretenden Wassers, zum Theil aber davon ab,

dass im Beginn des Versuches zunächst die grössten und zugänglichsten Poren verstopft und zugedeckt werden, im späteren Verlaufe des Versuches aber dem nachdringenden Wasser es immer schwerer wird, noch verschliessbare Poren aufzufinden, endlich davon, dass bei Filtration unter hohem Druck die auf der Filteroberfläche fest aufgepresste Auflagerung gleichfalls filtrationshemmend wirkt.

Die Abnahme des Filtrates tritt bei Asbestfiltern bei Weitem rapider ein, als bei Thonfiltern, welch letztere weit gleichmässiger arbeiten. Dieser Nachtheil wird aber dadurch ausgeglichen, dass, wenn man gleichgrosse Filterflächen in Betracht zieht, die Anfangsleistung bei Asbestfiltern, eine ungleich grössere ist als bei Thonfiltern, ein Umstand, welcher grosse praktische Bedeutung hat. Ueberhaupt verringert sich die Menge des Filtrates um so schneller, je höher der Druck, je unreiner das Wasser ist, und je zahlreicher (bis zu einem gewissen Grade auch je grösser) die Poren des Filters sind. Ganz besonders ungünstig für Filtration unter hohem Druck erweist sich Wasser mit reichlichen Beimengungen von Thon und gewissen Huminsubstanzen, und habe ich wiederholt an einem sechszelligen Chamberland'schen Filter beobachtet, wie unter solchen Umständen die Leistung in ein paar Tagen auf den zehnten Theil der anfänglichen herabsank.

Filtration bei niedrigem Druck.

Wenn somit die Frage der Wasserfiltration unter hohem Druck der Lösung näher gebracht wurde, so erschien es nicht überflüssig, noch den Fall in Betracht zu ziehen, dass hoher Druck weder zur Verfügung steht, noch zu beschaffen ist. Zu diesem Zwecke wurde zunächst die Leistung der Asbest- und Thonfilter bei einem Drucke, der sich überall herstellen lässt, und 1^{m} Wassersäule nicht überschreitet, geprüft. Hierbei ergab sich, dass unter Berücksichtigung gleichgrosser Filterflächen bei Abestfiltern die Anfangsleistung zwar ungleich höher ist als bei Thonfiltern, aber ziemlich schnell ein erheblicher Nachlass eintritt, so dass, wenn auch die Restleistung längere Zeit constant bleibt, es doch verhältnissmässig umfänglicher und kostspieliger Apparate bedürfen würde, um die erforderlichen Filtratmengen zu erhalten.

Dagegen zeichneten sich Thonzellen durch die immerhin bedeutende Grösse, namentlich aber durch die ausserordentliche Gleichmässigkeit ihrer Leistung aus. Die Menge des Filtrates verminderte sich zwar auch bei ihnen im Beginn des Versuches ein wenig, erhielt sich aber dann längere Zeit, Monate hindurch, ganz oder nahezu unverändert.

Die Hülsmann'schen Zellen lieferten bei 1 m Wassersäule gewöhnlich anfangs 3 Liter, nach drei bis vier Monaten aber immer noch über 2 Liter im Tag.

Dabei stellte sich das unerwartete Ergebniss ein, dass die Leistung von der Beschaffenheit des Wassers ganz oder nahezu unabhängig war; sie wurde nicht merklich ungünstig beeinflusst, wenn man dem Wasser täglich grössere Mengen von feinstem in Wasser eingerührtem Thon oder Ultramarin beimischte. Die Zellen beschlugen sich allerdings mit dicken Schichten von Thon und Ultramarin, allein dieselben lagen lose auf der Oberfläche und blieben für Wasser durchgängig wie die Zellen.

Es ist bekannt, dass thonhaltiges Wasser durch Verstopfung und Verlegung der Poren ein Filter ausserordentlich schnell unwirksam macht; es war aber nicht bekannt, dass dies nur bei hohem Drucke statthat.

Es erhellt auch, dass der Satz „ein Filter filtrire nur eine bestimmte Menge Wassers“ — dessen gleichbleibende Beschaffenheit vorausgesetzt —, grundfalsch ist. Es ist vielmehr klar und durch das Experiment bewiesen, dass die endliche Leistung eines Filters um so bedeutender ist, unter je geringerem Drucke es steht. Ein Filter, welches bei niedrigem Druck am 50. Tage noch 2 Liter Wasser giebt, wird zu dieser Zeit oder doch bald darauf absolut mehr geleistet haben, als ein genau ebensolches, welches unter hohem Drucke stehend innerhalb der ersten 10 Tage 100 Liter lieferte, währenddem aber in seiner Leistung auf ein Minimum herabging.

Es kann hiernach keinem Zweifel unterliegen, dass sich zur Herstellung von Filtern, welche das in einem Hausstande benöthigte Wasser keimfrei zu liefern bestimmt sind, sowohl comprimirter Asbest als Thonzellen vorzüglich eignen. Bei Anwendung hohen Druckes wir dies nach meinen bisherigen Erfahrungen hierzu ein kleiner handlicher mehrkammeriger Asbestapparat am besten leisten, der je nach der Beschaffenheit des Wassers eher oder später neu mit Filterstoff zu beschicken ist. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird ein solcher Apparat um so länger den Bedarf decken, je grössere Filterfläche er besitzt.

Behufs Filtration unter niedrigem Drucke erscheint die Aufstellung grosser stabiler Thonzellenapparate, die äusserst geringe Aufmerksamkeit beanspruchen, und monatelang keiner Reinigung bedürfen, am vortheilhaftesten.

Es soll aber ausdrücklich hier ausgesprochen werden, dass sich zur Filtration unter hohem Druck auch Thonzellenapparate und zur Filtration unter niedrigem Drucke auch Asbestapparate verwenden lassen. Welches Material sich im gegebenen Falle am besten eignet, darüber wird die Technik vermuthlich das letzte Wort sprechen.

Offenbar wird es insbesondere für Asbestapparate hinsichtlich der Zurückhaltung der Keime gleichgiltig sein, ob der Apparat die Aufgabe hat, den zwischen die Siebplatten gegebenen losenFaserstoff zu comprimiren und comprimirt zu erhalten, oder aus reiner Asbestfaser bestehende vorher genügend comprimirte Pappe, die nach den Siebplatten geschnitten ohne Weiteres in den Apparat eingebracht werden kann, am Aufquellen zu verhindern; für den Betrieb der Apparate würde aber das letzterwähnte Verfahren wegen der Leichtigkeit der Auswechselung des Filterstoffes ausserordentliche Vorzüge besitzen.

Die Kosten des Betriebes werden sich für beide Sorten von Apparaten voraussichtlich nicht hoch stellen, da der gebrauchte Asbest wieder verwendbar ist, und die Thonzellen billig sind. Auch die Kosten der Apparate werden verhältnissmässig gering sein, sobald man namentlich bezüglich der Thonzellenapparate zu einfacheren und billigeren Constructionen als Chamberland gelangt.

Als sehr vortheilhaft wird es sich vielleicht herausstellen, das Wasser für das keimdichte Filter in einem der gebräuchlichen besseren Filter, z. B. dem von Arnold & Schirmer in Berlin hergestellten Patent-Schnellfilter (System Piefke), das nöthigenfalls täglich regenerirt wird, vorzufiltriren. — Als höchst wünschenswerth, vielleicht als nothwendig, muss es bezeichnet werden, dass das Filtrat in starkem Strahle abfliesst, damit von dessen Aufspeicherung in einem Sammelgefässe, in welchem es fortwährend dem Zutritt von Luftkeimen ausgesetzt ist, abgesehen werden kann. Dies lässt sich natürlich nur durch Vergrösserung der Filterfläche und häufigere Regenerirung der Filter erreichen, welche Maassnahmen in ihrer Ausdehnung wiederum von der Beschaffenheit des zu filtrirenden Wassers bestimmt werden.

Selbstverständlich wird man derartige Filter nicht mehr als nöthig in Anspruch nehmen.

Zur Beschaffung des Trinkwassers auf Reisen kommen wegen der Dauerhaftigkeit der Apparate, der Leichtigkeit der Besorgung und der bequemen Mitführung des unverwüstlichen Filtermateriales lediglich Asbestapparate in Frage. Der Druck einer kleinen Handpumpe genügt, um die erforderlichen Filtratmengen schnell und ohne grosse Mühe zu beschaffen.

I. Beispiel für Asbestfilter (Protokoll Nr. 57).

Durchmesser der runden Siebplatten	12 ^{cm} (= 113 ^{qcm})
„ des durchlochten Theiles derselben	10 ^{cm} (= 78,5 ^{qcm}) Filterfläche
Gesammtgewicht des Asbestes	15 ^{grm}, demnach
Gewicht des zwischen den durchlochten Theilen der Siebe befindlichen	10,4 ^{grm}.

Sterilisirt mit Carbolsäure 5:100.

Der Versuch begann bei **geringem Druck** am 1. Mai 1885 Nachmittag 6 Uhr.

Es filtrirten:

am	1.	Mai	bei	80^{cm}	Wasserdruck	in 1	Minute	14^{cm}
„	2.	„	„	48^{cm}	„	„ 1	„	$7{,}8^{cm}$
„	12.	„	„	88^{cm}	„	„ 1	„	14^{cm}.

Von nun an blieb der Druck bis zum 8. Juni constant 88^{cm} Wassersäule.

Die Menge des Filtrates betrug:

am	2.	Mai	Vorm.	7	Uhr	$5^1/_2$	Liter	
„	2.	„	Nachm.	$4^1/_2$	„	7	„	
„	3.	„	Vorm.	$7^1/_2$	„	9	„	
„	4.	„	„	7	„	9	„	
„	5.	„	„	7	„	$6^1/_2$	„	
„	6.	„	„	7	„	5	„	
„	7.	„	„	$7^1/_2$	„	5	„	
„	8.	„	„	7	„	$3^1/_2$	„	
„	9.	„	„	7	„	$3^3/_4$	„	
„	10.	„	„	7	„	$2^1/_2$	„	
„	11.	„	„	7	„	$2^1/_2$	„	
„	12.	„	„	7	„	$2^3/_4$	„	
„	13.	„	„	6	„	$1^3/_4$	„	
„	14.	„	„	8	„	$2^1/_4$	„	
„	15.	„	„	8	„	$2^1/_4$	„	
„	16.	„	„	8	„	1	„	Unregelmässigkeiten im Betriebe.
„	17.	„	„	8	„	$1^1/_2$	„	
„	18.	„	„	8	„	1	„	
„	19.	„	„	8	„	$1^1/_4$	„	
„	20.	„	„	8	„	1	„	
„	21.	„	„	8	„	$^1/_2$	„	

Pause bis 30. Mai Vormittag 7 Uhr.

Am	31.	Mai	Vorm.	7	Uhr	$1^3/_4$	Liter
„	1.	Juni	„	7	„	$1^3/_4$	„
„	2.	„	„	7	„	$1^1/_4$	„
„	3.	„	„	7	„	1	„
„	4.	„	„	7	„	1	„
„	5.	„	„	$5^1/_4$	„	1	„
„	6.	„	„	7	„	1	„
„	7.	„	„	7	„	$1^1/_4$	„
„	8.	„	„	7	„	$1^1/_4$	„

Nun wurde der Versuch bei 7^{m} Wassersäule fortgesetzt. Es filtrirten:

vom 8. Juni Vorm. $8^{1}/_{4}$ bis Nachm. $3^{1}/_{2}$ Uhr innerh. 7 Stunden 10 Liter
„ 8. „ Nachm. $3^{1}/_{2}$ „ „ $11^{1}/_{2}$ „ „ 8 „ $7^{1}/_{2}$ „
„ 9. „ Vorm. 7^{8} „ „ $9^{1}/_{2}$ „ „ $14^{1}/_{8}$ „ $12^{1}/_{4}$ „
„ 10. „ „ 7 „ „ 10^{23} „ „ $15^{3}/_{8}$ „ $10^{1}/_{4}$ „
„ 11. „ „ 7 „ „ 10 „ „ 15 „ $8^{3}/_{4}$ „
„ 12. „ „ $6^{1}/_{4}$ „ 13. Juni Vorm. $12^{3}/_{4}$ Uhr innerh. $18^{1}/_{2}$ Stunden $9^{3}/_{4}$ Liter.
„ 13. „ „ 7 „ Nachm. 11 Uhr innerh. 16 Stunden $7^{3}/_{4}$ Liter
„ 14. „ „ $6^{1}/_{2}$ „ 15. Juni Vorm. 4 Uhr ?

Pause bis 17. Juni Vorm. $10^{1}/_{2}$ Uhr. Hierauf wurde notirt:

am 18. Juni Vorm. 7 Uhr $7^{3}/_{4}$ Liter
„ 19. „ „ 7 „ $8^{1}/_{2}$ „
„ 20. „ „ 7 „ 9 „
„ 21. „ „ 7 „ $8^{1}/_{2}$ „
„ 22. „ „ 7 „ 7 „
„ 23. „ „ 7 „ $5^{1}/_{2}$ „
„ 24. „ „ 7 „ $5^{1}/_{4}$ „

Bei Umkehr des Stromes filtrirten am 25. Juni anfangs in 1 Minute 21^{ccm}, d. i. ungefähr soviel, wie nach Ueberführung des Apparates aus niedrigem in höheren Druck am 8. Juni.

II. Beispiele für Thonfilter unter hohem Druck.
(Protokoll Nr. 59.)

Zelle von E. Hülsmann in Altenbach
1^{cm} hoch, 5^{cm} weit (äusserer Durchmesser) = 271^{qcm} Filterfläche.

Nachdem die Zelle vom 18. bis 19. Mai bei 2,8 Atmosph.,
„ 20. „ 22. „ und
„ 30. Mai bis 8. Juni bei etwa $^{3}/_{4}$^{m} Wassersäule gearbeitet, wurde der Versuch vom 8. Juni Vormittag $8^{1}/_{2}$ Uhr ab bei 7^{m} Wassersäule fortgesetzt. Es wurde notirt:

am 9. Juni Vorm. 7 Uhr 9 Liter (ungenau)
„ 10. „ „ 7 „ 9 „
„ 11. „ „ 7 „ 8 „
„ 12. „ „ $6^{3}/_{4}$ „ $7^{1}/_{4}$ „
„ 13. „ „ 7 „ 7 „
„ 14. „ „ $6^{1}/_{2}$ „ $6^{3}/_{4}$ „

Pause bis 17. Juni Vormittag 7 Uhr.

Am 18. Juni Vorm. 7 Uhr $6^3/_4$ Uhr
„ 19. „ „ 7 „ $6^3/_4$ „
„ 20. „ „ 7 „ $6^1/_2$ „
„ 21. „ „ 7 „ $6^1/_2$ „
„ 22. „ „ 7 „ 6 „
„ 23. „ „ 7 „ $5^1/_2$ „
„ 24. „ „ 7 „ $5^1/_4$ „
Pause bis 28. Juni Vorm. $7^1/_4$ Uhr.
Am 29. Juni Vorm. $7^1/_4$ Uhr $5^3/_4$ Liter
„ 30. „ „ $7^1/_4$ „ $5^3/_4$ „
„ 1. Juli „ $7^1/_4$ „ $5^1/_2$ „
„ 2. „ „ $7^1/_4$ „ $4^3/_4$ „
„ 3. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_2$ „
„ 4. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_4$ „
„ 5. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_2$ „
„ 6. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_2$ „
„ 7. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_4$ „
„ 8. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_4$ „
„ 9. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_4$ „
„ 10. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_2$ „
„ 11. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_2$ „
„ 12. „ „ $7^1/_4$ „ $4^1/_2$ „
Thonwasserzusatz.
Am 13. Juli Vorm. $7^1/_4$ Uhr $4^1/_2$ Liter
Thonwasserzusatz.
Am 14. Juli Vorm. $7^1/_4$ Uhr $3^3/_4$ Liter
Thon- und Ultramarinwasserzusatz.
Am 15. Juli Vorm. $5^1/_2$ Uhr 4 Liter
„ 16. „ „ $6^3/_4$ „ 4 „
„ 17. „ „ 8 „ $4^1/_2$ „
„ 18. „ „ 8 „ $3^1/_2$ „
„ 19. „ „ 8 „ $3^1/_2$ „
„ 20. „ „ 8 „ $3^3/_4$ „
„ 21. „ „ 8 „ $3^1/_2$ „
„ 22. „ „ 8 „ $3^1/_2$ „

III. Beispiel für Thonfilter unter niedrigem Drucke.
(Protokoll Nr. 49 und 53.)

A. Zelle von Chamberland, 169 qcm Filterfläche.

Vom 7. April bis 11. April flossen bei $^3/_4$ m Wasserdruck $9^3/_4$ Liter Wasser ab (= $2^1/_2$ Liter pro Tag).

B. Zelle von Hülsmann, 271 qcm Filterfläche, bei knapp 1 m Wasserdruck. Anfang am 18. April Nachmittag 2 Uhr.

Es wurde weiter notirt am:

	Vorm.	Chamberland Liter	Hülsemann Liter
12. April	9 Uhr	3 1/4	
13. „	9 „	3	
14. „	9 „	3	
15. „	9 „	2 3/4	
16. „	8 „	3	
17. „	8 „	3	
18. „	8 „	3	
19. „	8 „	2 3/4	2 1/2
20. „	8 „	2 1/2	2 3/4
21. „	9 „	3	3
22. „	8 „	2 3/4	2 3/4
23. „	8 „	3	3 1/4
24. „	7 „	2 1/2	2 3/4
25. „	7 „	3	3
26. „	7 „	2 3/4	2 1/2
28. „	7 1/2 „	5 1/4	5
29. „	9 „	2 3/4	2 3/4
30. „	7 „	2 1/2	2 1/4
1. Mai	7 „	2 1/2	2 1/2
2. „	7 1/4 „	2 1/2	2 1/2

	Vorm.	Chamberland Liter	Hülsmann Liter
3. Mai	7 1/2 Uhr	2 1/4	2 1/2
4. „	7 „	2 1/4	2 1/4
5. „	7 „	2 1/4	2 1/4
6. „	7 „	2 1/4	2 1/4
7. „	7 1/2 „	2 1/4	2 1/2
8. „	7 „	2	2
9. „	7 „	2 1/4	2
10. „	7 „	2 1/4	2
11. „	7 „	2	2
12. „	7 „	2 1/4	2
13. „	6 „	2	1 3/4
14. „	8 „	1 3/4?	2 1/4
15. „	8 „	2 1/2?	2
16. „	8 „	2 1/2	1 3/4
17. „	8 „	2	1 3/4
18. „	8 „	1 1/2	2
19. „	8 „	1 3/4	2
20. „	8 „	?	2
21. „	8 „	1 1/2	2

Pause bis 30. Mai Vormittag 7 Uhr. Beide Filter kommen in ein gemeinsames Gefäss. 3/4 m Wassersäule.

	Vorm.	Chamberland Liter	Hülsmann Liter
31. Mai	7 Uhr	2 1/4	2 1/2
1. Juni	7 „	2 3/4?	2 1/4
2. „	7 „	1 1/4?	2 1/4
3. „	7 „	2	2 1/4
4. Juni	7 Uhr	1 3/4	2
5. „	5 1/4 „	1 1/2	2 1/4
6. „	7 „	1 3/4	2 1/2
7. „	7 „	1 3/4	2 1/2

	Chamberland Liter	Hülsmann Liter
Vorm.		
8. Juni 7 Uhr	2	$2^{1}/_{2}$
9. " 7 "	2	3
10. " 7 "	2	$2^{1}/_{2}$
11. " 7 "	$2^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{2}$
12. " $6^{3}/_{4}$ "	$2^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{2}$
13. " 7 "	1	$2^{1}/_{2}$
14. " $6^{1}/_{2}$ "	$1^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{4}$
17. " $6^{1}/_{2}$ "	$5^{3}/_{4}$	7
18. " 7 "	2	2
19. " 7 "	2	$2^{1}/_{2}$
20. " 7 "	2	$2^{1}/_{2}$
21. " 7 "	$1^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{2}$
22. " 7 "	2	$2^{1}/_{4}$
23. " 7 "	$1^{3}/_{4}$	$2^{1}/_{2}$
24. " 7 "	$1^{3}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$
25. " $7^{1}/_{2}$ "	$1^{3}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$

	Chamberland Liter	Hülsmann Liter
Vorm.		
26. Juni $6^{1}/_{4}$ Uhr	$1^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{4}$
27. " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{2}$	$2^{3}/_{4}$
28. " $7^{1}/_{4}$ "	2	$2^{3}/_{4}$
29. " $7^{1}/_{4}$ "	2	$2^{1}/_{2}$
30. " $7^{1}/_{4}$ "	$2^{1}/_{4}$	$2^{1}/_{2}$
1. Juli $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{4}$	$2^{1}/_{2}$
2. " $7^{1}/_{4}$ "	$2^{1}/_{2}$	$1^{3}/_{4}$
3. " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{3}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$
4. " $7^{1}/_{4}$ "	2	$2^{1}/_{2}$
5. " $7^{1}/_{4}$ "	2	$2^{1}/_{2}$
6. " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{3}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$
7. " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{3}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$
8. " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{3}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$
9. " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{3}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$
10. " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{3}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$

ab Nachmittag 4 Uhr in maximo 90 cm Wassersäule.

	Chamberland. Liter.	Hülsmann. Liter.
11. Juli Vorm. $7^{1}/_{4}$ Uhr	2	$2^{1}/_{2}$
12. " " $7^{1}/_{4}$ "	2	$2^{1}/_{2}$ Thonzusatz
13. " " $7^{1}/_{4}$ "	2	$2^{1}/_{2}$ grösserer Thonzusatz
14. " " $7^{1}/_{4}$ "	2	$2^{1}/_{2}$
15. " " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{4}$
16. " " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{2}$
17. " " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{2}$
18. " " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$ mehrfacher Thonzusatz
19. " " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{4}$ Thonzusatz
20. " " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$ "
21. " " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{2}$	$2^{1}/_{4}$ "
22. " " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{4}$	$2^{1}/_{2}$ "
23. " " $7^{1}/_{4}$ "	$1^{1}/_{4}$	$2^{1}/_{4}$ "
		Zelle mit Asche abgeputzt,
		ab 23. Juli Vormittags $10^{1}/_{2}$ Uhr

	Chamberland. Liter.	Hülsmann. Liter.
24. Juli Vorm. 8 Uhr	$1^1/_2$	$2^3/_4$? Thonzusatz
25. „ „ 8 „	$1^1/_2$	3 „
26. „ „ 8 „	$1^1/_2$	3 „
Zelle mit Asche abgeputzt.		
27. „ „ 8 „	$2^1/_2$	$2^3/_4$ „
28. „ „ 8 „	$2^1/_2$	$2^3/_4$ „
29. „ „ 8 „	$2^1/_2$	$2^3/_4$ „
30. „ „ 8 „	$2^1/_2$	$2^3/_4$ „
31. „ „ 8 „	$2^1/_2$	$2^1/_2$ „
1. Aug. „ 8 „	$2^1/_2$	$2^1/_2$ „
2. „ „ 8 „	$2^1/_4$	$2^3/_4$ „
3. „ „ 8 „	$2^1/_4$	$2^3/_4$ „
4. „ „ 8 „	$2^1/_4$	$2^3/_4$ „
5. „ „ 8 „	$2^1/_4$	$2^3/_4$ „
6. „ „ $7^1/_2$ „	2	$2^3/_4$ „
7. „ „ $8^1/_4$ „	$2^1/_4$	$2^3/_4$ Zusatz von faulender Gelatine und Bouillon
8. „ „ 8 „	2	$2^3/_4$ „
9. „ „ 8 „	$1^3/_4$	$2^1/_2$ „
10. „ „ 8 „	$1^3/_4$	$2^1/_2$ „

Pause bis 21. August, während welcher die Apparate an der Luft in einer Glasschale lagen, deren Boden mit ein wenig Wasser bedeckt war.

Wiederbeginn am 21. August Vormittag $8^3/_4$ Uhr. In maximo 85 cm Wassersäule.

	Chamberland. Liter.	Hülsmann. Liter.
22. Aug. Vorm. 8 Uhr	$1^3/_4$	2
23. „ „ 8 „	$1^3/_4$	$2^1/_4$
24. „ „ 8 „	$1^1/_2$	$2^1/_1$ Zusatz von faulender Gelatine und Bouillon
25. „ „ 8 „	$1^1/_2$	2 „
26. „ „ 8 „	$1^1/_4$	2 „
27. „ „ 8 „	$1^1/_2$	2 „
28. „ „ 8 „	$1^1/_4$	$1^3/_4$ „
29. „ „ 8 „	$1^1/_4$	$1^3/_4$ „

	Chamberland. Liter.	Hülsmann. Liter.
30. „ „ 8 „	1 1/4	1 3/4 „
31. „ „ 8 „	1	1 3/4 „
1. Sept. „ 8 „	1	1 1/2 „

Kleinere Unregelmässigkeiten in der Leistung der Filter erklären sich aus den Schwankungen des Wasserstandes im Reservoir, welche in den Versuchen mit 7 m Wassersäule bis zu 35 cm betragen konnten, und aus anderen Ursachen, die grösseren im Beispiel Nr. 3 dadurch, dass die mit dem Chamberlandschen Filter verbundene, gefüllte 1/2 Liter Flasche sich in Folge der Enge der ableitenden Röhre mitunter von selbst entleerte.

Nachträglicher Zusatz.

Nach Fertigstellung dieses Aufsatzes habe ich von E. Hülsmann in Altenbach eine Sendung von Filtern erhalten, welche nach meinen Angaben angefertigt werden und die in Fig. 5 abgebildete Form besitzen. Die porösen Zellen sind von derselben Grösse und Oberfläche wie die Chamberland'schen. Sämmtliche Exemplare, die ich untersuchte, filtrirten dauernd keimfrei, und zwar bis 1 m Wassersäule täglich reichlich 1 Liter.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber das Verhalten der Bacterien im Brunnenwasser, sowie über reducirende und oxydirende Eigenschaften der Bacterien.[1]

Von

W. Heraeus.

(Hierzu Taf. IV.)

Eine der wichtigsten Fragen der Hygiene, die Beurtheilung des Trinkwassers, deren Lösung früher lediglich von chemischen Gesichtspunkten aus erstrebt wurde, ist durch die Entwickelung der Hygiene und namentlich eines Theils dieser Wissenschaft, der Bacteriologie, in ein neues Stadium getreten. Seit man erkannte, dass in jedem, auch dem reinsten Trinkwasser pflanzliche Organismen der niedersten Art vorkommen, und dass es unzweifelhaft auf solche zurückzuführen ist, wenn das Wasser einen gesundheitsschädlichen Einfluss ausübt und oft mit weitverbreiteten verheerenden Epidemien in unverkennbarem Zusammenhang steht, musste sich das Hauptinteresse bei der Untersuchung des Wassers diesen Mikroorganismen zuwenden.

Freilich unterlag es keinem Zweifel, dass die im Wasser ständig vorkommenden Arten von Bacterien durchaus unschuldiger Natur seien und auch, wenn sie in grösster Anzahl vorhanden waren, einen directen gesundheitsschädlichen Einfluss nicht ausübten. Trotzdem aber glaubte man die Anforderung an ein gutes Trinkwasser stellen zu müssen, dass es nicht mehr als eine bestimmte Zahl von entwickelungsfähigen Keimen im Cubikcentimeter enthalte, man glaubte aus der gefundenen Zahl einen Schluss auf die Güte des Wassers ziehen zu können. Vor Allem muss aber das Streben auch darauf gerichtet sein, die pathogenen Bacterien, falls solche im Wasser vorkommen sollten, unter den anderen

[1] Während der Drucklegung dieser Arbeit kommt mir die Abhandlung des Hrn. Meade Bolton (*diese Zeitschrift*, I. S. 76 ff.) zu Gesicht, auf die ich leider nicht mehr Rücksicht nehmen konnte.

herauszufinden und mit Bestimmtheit nachzuweisen. Endlich ist es von Interesse zu erforschen, ob im Wasser noch nachweisbare Veränderungen durch die Mikroorganismen hervorgerufen werden, sowie die Einwirkungen derselben auf ihre Substrate überhaupt kennen zu lernen, damit wir uns ein Bild davon machen können, welche Rolle den Bacterien bei dem Reinigungsprocess, wie er fortwährend im grossartigsten Maassstabe in der Natur vor sich geht, zufalle. Indem diese neuen Gesichtspunkte für die Beurtheilung des Trinkwassers jetzt hinzutreten, bedarf die Frage, wie dasselbe auf seine Reinheit zu prüfen, mehr denn je der Klärung.

Die chemische Untersuchung wird unzweifelhaft stets eins der sichersten Kriterien für die Beurtheilung im Allgemeinen bleiben; in speciellen Fällen, wo der Verdacht einer Inficirung mit Ansteckungsstoffen vorliegt, wird nur die bacteriologische Prüfung Aufschluss geben können. In wieweit die letztere im Uebrigen in Betracht kommen kann, ist zur Zeit noch nicht klar gestellt. Mir schien es dazu vor Allem nothwendig, den Zusammenhang zu suchen, welcher zwischen den Resultaten der bacteriologischen und denen der chemischen Prüfung besteht; dieser Frage ist der erste Theil der vorliegenden Arbeit gewidmet. Im Anschluss daran theile ich die Versuche mit, welche ich über die Einwirkung der Bacterien auf stickstoffhaltige Substanzen mit specieller Berücksichtigung der durch sie hervorgerufenen Oxydations- und Reductionsvorgänge anstellte. Es schien mir dieses besonders wichtig, da die Hauptindicien einer Verunreinigung des Wassers mit Abfallstoffen, die Anwesenheit von Ammoniak und salpetriger Säure, im engsten Zusammenhang stehen mit dem Wirken der Bacterien im Erdreich und eventuell noch im Wasser.

Als man anfing, bei der Untersuchung des Trinkwassers die Anzahl der Keime zu bestimmen, die in je einem Cubikcentimeter desselben enthalten waren und die ausserordentlichen Schwankungen in den Resultaten beobachtete, nahm man an, es liesse sich, ähnlich wie wir für die meisten Bestandtheile des Wassers, Chlor, Salpetersäure, organische Substanz etc. Grenzzahlen haben, auch eine Zahl festsetzen, bis zu welcher die Menge der Keime gehen dürfe, deren Ueberschreiten aber eine Beanstandung des Wassers zur Folge haben müsse.

Wirklich ist man an manchen Orten kurzer Hand daran gegangen, eine solche Grenzzahl aufzustellen, unbekümmert darum, dass man häufig ein Wasser beanstanden musste, das die chemische Untersuchung als ein sehr gutes gekennzeichnet hatte. Mir hatten Fälle vorgelegen, wo ein als vorzüglich anerkanntes Quellwasser beanstandet wurde, weil man Tausende von Keimen im Cubikcentimeter gefunden hatte, während einige stark verunreinigte Brunnenwasser nur einige hundert Keime enthalten sollten. Es war dieses die erste Veranlassung für mich gewesen, der Frage näher

zu treten: ist es möglich, dass ein gutes Quellwasser eine so enorme Zahl von Bacterien enthält, oder aber ist ein solches Resultat auf Fehler bei der Untersuchung zurückzuführen, so dass bei richtiger Ausführung derselben eine mit der Reinheit des Wassers correspondirende Zahl von Keimen gefunden wird? Zur Klarstellung dieser Frage habe ich eine grosse Zahl von Brunnen meiner Vaterstadt Hanau chemisch und bacteriologisch untersucht, und möchte ich zunächst kurz darauf hinweisen, warum Hanau vermöge seiner Lage ein ausnahmsweise günstiges Terrain bietet, um derartige Untersuchungen vorzunehmen.

Die Stadt, welche im nördlichsten Theil der mittelrheinischen Tiefebene am Zusammenfluss von Kinzig und Main gelegen ist, füllt die Spitze eines Deltas aus, welches von dem hier fast genau in der Richtung von Osten nach Westen dem Rhein zueilenden Main einerseits und der von Nordosten dem Main zufliessenden Kinzig andererseits gebildet wird. Die Kinzig nähert sich dem Main mit starkem Gefälle, so dass ihr den Nordosten der Stadt berührendes Bett etwa $5^1/_2{}^m$ über dem Spiegel des Mains liegt, bei einer directen Entferung von kaum $1^1/_2{}^{km}$ während der Lauf des Flusses, noch gehemmt durch verschiedene Wehre einen grossen Bogen um den Norden der Stadt beschreibt und genau den doppelten Weg etwa 3^{km} zurücklegt, bis er den Main erreicht. In Folge dessen sucht sich das Kinzigwasser zum Theil den kürzeren Weg durch die Erde und durchströmt in der Richtung von Ostnordost nach Westsüdwest den ganzen Untergrund der Stadt, eine Thatsache, die sich durch jedes Steigen und Fallen der Kinzig in den Niveaus der Brunnen der Stadt geltend macht. Die Richtung der Strömung konnte in wiederholten Fällen genau festgestellt werden, wenn zufällige Verunreinigungen des Untergrundes, wie einmal namentlich in der Gasanstalt durch Gaswasser, in einem anderen Falle durch Petroleum sich nur den in der Nähe befindlichen Brunnen mitgetheilt hatten, welche in der Stromrichtung lagen. Das Wasser der Brunnen ist somit ein Gemenge von filtrirtem Kinzigwasser und Grundwasser. Eine sofort in die Augen springende Folge dieses Umstandes ist aber die, dass die Brunnen an der Seite der Stadt, wo das Wasser in deren Untergrund eintritt, eine ganz andere Beschaffenheit zeigen müssen, als die an der entgegengesetzten Seite, wo es denselben wieder verlässt, nachdem es sich mit seinen Verunreinigungen beladen hat. In der That führt die chemische Untersuchung des Wassers zu hiermit vollkommen übereinstimmenden Resultaten. Wenn wir den Rückstand des Wassers eines im Nordosten der Stadt gelegenen Brunnens als 380^{mgr} im Liter betragend gefunden haben, während ein am entgegengesetzten Ende liegender Brunnen solches mit 1015^{mgr} Rückstand liefert, so können wir jedem zwischen diesen beiden Punkten gelegenen

Bezeichnung. Nummer.	Tag der Entnahme. 1885.	Höhe des Wasserstand. Meter.	Temperatur. Grad C.	Rückstand. Milligramm.	Glühverlust. Milligramm.
1†	12./7.	1·35	10·2	285	60
2†	25./8.	—	11·2	316	—
3	22./9.	—	12·5	345	80
4	8./9.	0·75	11·1	380	92
5	6./9.	—	11·2	454	—
6	3./9.	—	10·6	464	85
7†	22./9.	—	13	470	135
8	31./8.	0·95	11·5	480	80
9	19./9.	1·04	12·2	570	80
10	22./9.	1·15	12·5	575	100
11	25./9.	0·80	13·2	575	115
12	16./9.	1·40	12·6	578	158
13	8./9.	0·45	11·2	607	162
14	22./9.	—	11·2	663	193
15	6./9.	—	11·2	685	150
16	22./9.	0·60	13·4	711	221
17	16./9,	0·80	12	715	114
18	12./9.	1·20	10·4	730	60
19†	3./9.	—	10·8	750	190
20	22./9.	0·74	13·4	790	205
21	8./9.	0·65	11·6	830	120
22	3./9.	1·25	10·8	855	135
23	8./9.	0·40	14	865	120
24	16./9.	1·40	12·6	900	187
25	3./9.	1·70	10·9	1005	140
26	8./9.	1·40	11	1015	270
27	8./9.	0·60	11·75	1078	133
28	16./9.	2·10	13	1165	240
29	16./9.	1·10	13	2035	225

Kalk-Magnesia. Milligramm.	Chlor. Milligramm.	Verbrauchtes Kalium-permanganat. Milligramm.	Ammoniak.	Salpetrige Säure.	Salpetersäure. Milligramm.
143	35	17·00	—	Spur	—
138	Spur	2·8	—	—	Spur
78	35	19·3	sehr viel	etwas	10
104	46	9·5	Spur	Spur	12
190	45	4·7	—	viel	63
130	35	10·0	—	—	—
89	35	11·7	—	—	68
137	65	13·0	viel	etwas	38
148	80	18·4	viel	etwas	51·8
215	76	9·8	Spur	etwas	37·5
187	53	8·6	Spur	etwas	51·2
218	64	12·9	etwas	etwas	36
150	106	14·6	viel	etwas	64
94	71	10·7	etwas	Spur	12
148	78	8·3	etwas	etwas	85
202	105	8·9	etwas	Spur	54·6
195	106	11·0	Spur	etwas	30
140	97	12·2	viel	etwas	50
118	70	10	nur	Spur	112
230	102	10·7	etwas	etwas	87
186	120	8·9	etwas	etwas	120
152	118	12·4	viel	Spur	47
195	108	8·6	Spur	etwas	117
468	131	14·6	etwas	etwas	78
150	157	9·7	etwas	viel	85
210	198	9·5	etwas	etwas	112
226	165	10·4	etwas	etwas	160
507	170	16·9	etwas	etwas	168
260	385	81·0	sehr viel	viel	328

Brunnen in der aufsteigenden Reihe von 380 bis 1015 im Voraus seinen Platz anweisen und finden mit wenigen Ausnahmen unser Urtheil durch die chemische Untersuchung bestätigt. Gerade aber da, wo ein Abweichen von der Regel stattfindet, können wir darauf schliessen, dass eine directere Verunreinigung stattgefunden hat, was oft mit Bestimmtheit auf in der Nähe befindliche undichte Gruben zurückgeführt werden kann. Entfernter von der Stadt, ausserhalb des Kinzigbereiches gelegene Brunnen, welche zum Theil in bebautem Terrain zum Theil entfernt von solchem inmitten von Wiesen sich befinden, konnten bei der Untersuchung zum Vergleich dienen, wie auch das Wasser der Wiesbadener und Frankfurter Quellwasserleitung mehrfach einer vergleichenden Untersuchung unterworfen wurde.

Ich theile nun zunächst tabellarisch das Ergebniss der chemischen Untersuchung von 29 verschiedenen Brunnenwassern Hanau's mit, von welchen 26 in die Kategorie der von der Kinzig beeinflussten Brunnen gehören, vier nicht derselben angehören.[1] Die Reihenfolge ist so gewählt, wie sie sich aus der allmählichen Zunahme des Gehaltes an festen Bestandtheilen ergiebt. Wo dieser der Lage des Brunnens nicht entspricht und eine stärkere Verunreinigung vorliegt, wird speciell darauf hingewiesen werden. Bestimmt wurde der Gehalt an festen Bestandtheilen bei 100° getrocknet, die Abnahme desselben beim Glühen, die Menge des Verbrauches von Kaliumpermanganat, die Härte (durch Titriren mit Seifenlösung), Salpetersäure durch Titriren mit Indigo nach dem Marx'schen Verfahren, Chlor mit Normalsilberlösung, sowie Ammoniak und salpetrige Säure qualitativ. Ferner wurde die Temperatur des Wassers bei der Entnahme und die Höhe des Wasserstandes in den meisten Fällen beigefügt, letztere nach einer früher vorgenommenen Messung. (Siehe S. 196 u. 197).

Das Ergebniss der chemischen Untersuchung kann kurz dahin zusammengefasst werden:

Wasser, welches in keiner Weise zu einer Beanstandung Veranlassung giebt, liefert nur der Brunnen Nr. 2.[2]

Wasser, dessen Gehalt an festen Bestandtheilen die Grenze von 500 ^{mgr} im Liter zwar nicht erreicht, das aber wegen des Vorhandenseins von Ammoniak oder salpetriger Säure oder wegen zu hohen Gehalts an organischer Substanz nach den herrschenden Ansichten beanstandet wer-

[1] Letztere werden zur Unterscheidung mit einem Kreuz versehen werden.

[2] Derselbe ist etwa eine halbe Stunde unterhalb der Stadt dicht am Main inmitten einer Wiese mit sandigem Untergrund neu angelegt, und wurde zur Zeit der Untersuchung vermittelst einer Dampfpumpe 6 Wochen lang ununterbrochen gepumpt, um die Ergiebigkeit, bez. den Einfluss auf das Niveau des Grundwassers in der Umgebung des Brunnens festzustellen, damit eventuell durch Anlegung mehrerer grosser Brunnen an dieser Stelle der Stadt ihr gesammtes Wasser von hier aus zugeführt werden könne.

den müsste, enthalten die Brunnen Nr. 1† und 3 bis 9. Von diesen ist es namentlich das Wasser des Brunnens Nr. 1†, welchem ich trotz seines hohen Gehaltes an organischer Substanz keineswegs die Eigenschaft eines guten Trinkwassers absprechen möchte, da der starke Verbrauch von Kaliumpermanganat unmöglich einer Verunreinigung durch Abfallstoffe zugeschrieben werden kann, was die gleichzeitige Anwesenheit von Ammoniak oder salpetriger Säure bedingen würde. Unzweifelhaft ist der Gehalt an organischer Substanz hier durch das morsche Holzwerk des sehr alten Brunnens hervorgerufen, verbunden mit der sehr geringen Benutzung desselben, was, so lange sich sein Einfluss nicht in höherem Maasse geltend macht, kaum der Güte des Wassers Eintrag thun könnte. Ueberhaupt dürfte die mit Kaliumpermanganat bestimmbare Menge organischer Substanz am wenigsten geeignet sein, Aufschluss über die Güte des Wassers zu geben, indem dieselbe auch bei ganz schlechten Brunnen oft die Grenze von 10^{mgrm} pro Liter nicht erreichte. Andererseits kann uns die Anwesenheit von Ammoniak und salpetriger Säure auch keineswegs immer ein Beweis sein, dass eine Verunreinigung mit Stadtlauge vorliegt. Es kommen zur Zeit im hygienischen Institut in Berlin Wasser zur Untersuchung, bei welchen eine derartige Verunreinigung vollständig ausgeschlossen ist, die trotzdem solche Mengen von Ammoniak und salpetriger Säure enthalten, dass deren quantitative Bestimmung vorgenommen wird. Da solche Verhältnisse, welche unzweifelhaft durch die Art des Terrains, welches das Wasser passirt, bedingt sind, in Hanau nicht vorliegen, so mag hier der Anwesenheit von Ammoniak und salpetriger Säure immerhin die Bedeutung beigelegt werden, wie dieses bis jetzt allgemein üblich war.

Wo eine grosse Menge organischer Substanz mit starkem Ammoniakgehalt zusammentrifft, wie beim Brunnen Nr. 3, gewinnt die Annahme einer Verunreinigung durch Kloakeninhalt mehr an Wahrscheinlichkeit.

Sämmtliche andere Brunnen müssen schon wegen ihres hohen Rückstandes, sowie fast durchweg wegen der Anwesenheit von Ammoniak und salpetriger Säure beanstandet werden.

Ueberaus wechselvoll ist der Gehalt eines und desselben Brunnenwassers an diesen letzteren Bestandtheilen, so dass ich bei mehrmaliger Entnahme selten ein übereinstimmendes Resultat erzielte. Bei einer Prüfung fand ich wenig Ammoniak und viel salpetrige Säure, bei einer anderen viel Ammoniak und wenig salpetrige Säure. Es trat schon ein merklicher Unterschied in den Reactionen ein, wenn ich eine Stunde lang einen Brunnen abpumpen liess und dann die Prüfung wiederholte. Auf directere Verunreinigung lassen die Brunnen Nr. 9 und Nr. 18 schliessen, sowie in ganz hervorragendem Maasse der Brunnen Nr. 29,

dessen Wasser schon durch Geruch und Farbe seine bedenkliche Natur erkennen lässt. Es soll damit indessen nicht gesagt sein, dass Grubeninhalt ohne jegliche Filtration, sei es nun durch einen Spalt in der Erde und der Wandung des Brunnens, sei es von oben in denselben gelange. Ich verstehe unter directerer Verunreinigung nur, dass in Folge einer undichten Grube das Erdreich so überladen mit Abfallstoffen ist, dass die Filtration eine mangelhaftere ist und das in den Brunnen gelangende Wasser eine grössere Menge von Substanzen enthält, welche theils unmittelbar als solche in den Abwurfstoffen enthalten sind, wie das Chlornatrium, theils durch Zersetzungsprocesse erst gebildet werden, wie Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure.

Bevor ich mich nun den Resultaten der bacteriologischen Prüfung zuwende, muss ich kurz erwähnen, was mir aus den spärlichen Literaturangaben über die im Wasser vorkommenden Mikroorganismen, über das Verhalten derselben im Wasser, über die Art und Weise, wie die Untersuchungen vorgenommen wurden, bekannt war, als ich im April 1885 in dem bacteriologischen Institut des Herrn Geh. Hofrath Prof. Fresenius unter Leitung des Hrn. Dr. Hueppe meine bacteriologischen Arbeite begann.

Es lagen mir hauptsächlich einige Abhandlungen von Fol und Dunant vor „Dosage des germes de l'eau“ *Archives de Genève* Nr. 6, in welchen die beiden Forscher eine genaue Beschreibung der von ihnen befolgten und noch vervollkommneten Verdünnungsmethode geben, indem sie die in Deutschland wohl allgemein übliche Koch'sche Methode als durchaus unzureichend und zu falschen Resultaten führend bezeichnen. Es dürfte an sich kaum nöthig erscheinen, diese Ansichten zu widerlegen, denn Jeder, der nur einen Einblick in die Bacteriologie gethan. weiss die grossen Vorzüge des Koch'schen Verfahrens vor allen übrigen zu schätzen und weiss, dass die grossen Fortschritte, welche die Bacteriologie in den letzten Jahren gemacht, zum grossen Theil auf die Einführung dieser Methode zurückzuführen sind; indessen auch die Erfolge sprechen wenig für diese Ansichten von Fol und Dunant. Bei ihren Untersuchungen waren sie zu dem Ergebniss gekommen, dass beim Stehen des Wassers eine rasche Sedimentirung der in diesem befindlichen Bacterien stattfinde, den Nachweis bleiben sie indessen schuldig, und ist derselbe meines Wissens auch anderwärts bis jetzt nicht geführt worden. Ich komme auf die Frage der Sedimentirung im Späteren zurück.

Die ausserordentlich schnelle Vermehrung der Bacterien im Wasser. die den Kernpunkt der ganzen Frage bildet, scheint von Fol und Dunant übersehen zu sein, so dass diese Veröffentlichungen zum Mindesten nicht dazu dienen konnten, irgendwelche Anhaltspunkte zu bieten.

Im Laufe des Sommers erschien dann ein Bericht der Sanitäts-

commission in Zürich über die im Sommer 1884 dort herrschende Typhusepidemie, in welchem eine ausführliche Arbeit von Cramer über seine bacteriologischen Wasseruntersuchungen enthalten war. Die Ergebnisse derselben stimmten im Wesentlichen mit denen überein, die ich inzwischen erhalten hatte, vor Allem weist auch er auf die rasche Vermehrung der Bacterien hin, der nach einigen Tagen (beim Stehen bei Zimmertemperatur) eine allmähliche Wiederabnahme folgte, so zwar, dass die gefundene Zahl nach zweimonatlichem Stehen noch erheblich grösser war, als die anfängliche.

Endlich waren es noch eine Anzahl von Wasseruntersuchungen, welche die Stadt Hanau auswärts hatte ausführen lassen, die in den meisten Fällen zu dem Ergebniss von vielen tausend Keimen für den Cubikcentimeter geführt hatten.

Die ersten Untersuchungen, die ich anstellte mit Wiesbadener Wasserleitungswasser, in welchem ich 12 bis 15 Keime im Cubikcentimeter fand, belehrten mich zunächst, dass die Fläschchen, wie sie theilweise im Gebrauch sind, um Wasser für die bacteriologische Untersuchung zu entnehmen, wie sie auch für die Untersuchung der Hanauer Wasser zugeschickt und in Anwendung gekommen waren, in der Weise wie dieses geschah, ihren Zweck erfüllen konnten. Es sind dieses etwa 15 ^{ccm} fassende dünnwandige Glaskölbchen, deren Hals zu einer langen feinen Spitze ausgezogen ist.[1] Dieselben werden durch überhitzte Wasserdämpfe sterilisirt und mit den Dämpfen erfüllt zugeschmolzen, so dass sie nach dem Erkalten einen fast luftleeren Raum enthalten. Zur Entnahme wird die Spitze in dem zur Untersuchung bestimmten Wasser direct im Strahl einer Pumpe oder Leitung abgebrochen und nachdem sich das Kölbchen momentan mit Wasser gefüllt hat, wieder zugeschmolzen. Soll das Wasser zur Untersuchung gelangen, so wird die Spitze wiederum abgebrochen, das Kölbchen mit der Hand umfasst, worauf durch die Erwärmung und die dadurch hervorgerufene Ausdehnung ein Tropfen des Wassers aus der Spitze heraustritt und direct in der Nährgelatine aufgefangen wird. Diese sehr elegante Methode leidet an dem fundamentalen Fehler, dass es nicht möglich ist, mehr als einige wenige Tropfen, manchmal sogar nur einen einzigen, auf diese Weise aus dem Kölbchen herauszubringen. Von einem Wasser aber, welches selbst 100 Keime im Cubikcentimeter enthält, müssten bei genauen Untersuchungen mindestens mehrere Platten mit je 1 ^{ccm} angefertigt werden,

[1] In der erst nach Fertigstellung dieser Arbeit erschienenen zweiten Auflage von C. Flügge's „*Mikroorganismen*“ sind diese Fläschchen als sehr brauchbar empfohlen. Da ihre Anwendung hier in der Weise vorgeschrieben ist, dass mit Hülfe eines am Grunde angebrachten Feilstriches der ganze Hals abgebrochen und die Entnahme durch Pipetten vollzogen wird, fallen die Bedenken, die ich gegen dieselben geäussert, natürlich fort.

da hierdurch erst die Möglichkeit gegeben ist, Bacterien, die in sehr geringer Zahl neben einer grossen Zahl anderer Arten im Wasser enthalten sind, aufzufinden. Kleine Fläschchen mit Glasstopfen, welche mit einer Gummikappe geschlossen oder auch nur mit Pergamentpapier überbunden werden, oder wo es angängig mit Baumwollepfropf versehene Flaschen dürften deshalb unbedingt den Vorzug verdienen. Eine Gefahr, dass durch den festen Verschluss des Glasstopfens ein Absterben mancher sehr luftbedürftiger Arten eintreten könnte, dürfte für die wenigen Stunden, um die es sich nur handeln kann, ausgeschlossen sein.

Ueber die Art der Ausführung meiner Untersuchungen ist kaum etwas hinzuzufügen, indem ich, wie es jetzt allgemein üblich, das von Koch eingeführte Verfahren der Isolirung der Keime vermittelst Gelatineplattenkulturen befolgte. Ich fertigte stets zwei Parallelplatten bei jedem einzelnen Versuch an, um durch die Uebereinstimmung derselben die Gewissheit zu gewinnen, dass bei der Ausführung der Untersuchung ein Fehler nicht begangen sei.

Als eins der wesentlichsten Momente für die bacteriologische Untersuchung von Wasser muss es angesehen werden, dieselbe unverzüglich nach der Entnahme vorzunehmen. Es tritt namentlich in der Sommerzeit eine ausserordentlich schnelle Vermehrung der Keime im Wasser ein, so dass wir, nehmen wir die Untersuchung etwa nach einem Tag erst vor, ein total falsches Resultat in Bezug auf die Anzahl der Keime erhalten; ferner aber wird die Vermehrung solcher Arten von Bacterien, die in ihren Ansprüchen an das Nährsubstrat sehr bescheiden sind, das vollständige Ueberwuchern anderer anspruchsvollerer Arten zur Folge haben, so dass deren Auffindung überhaupt unmöglich wird. Ueber die Zeit, in welcher eine Vermehrung eintritt, habe ich einige Versuche angestellt, auf welche ich weiter unten zurückkommen werde. Hier braucht nur erwähnt zu werden, dass ich sämmtliche Prüfungen alsbald nach der Entnahme vorgenommen habe und dass es dadurch erklärt wird, wenn ich zu ganz andren Resultaten gelangte, als die, welche auswärts gemachte Untersuchungen ergeben hatten.

Indem ich im Folgenden nun die Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchung der in der Tabelle enthaltenen Brunnenwasser mittheile, werde ich dieselbe Anordnung in der Reihenfolge, wie dort, treffen und zur besseren Uebersicht links in Klammern den gefundenen Rückstand des Wassers nochmals beifügen, der hier mit dem Maasse der Verunreinigung im Wesentlichen identificirt werden kann.

(285)	Brunnen	Nr. 1 †	500	Keime	(380)	Brunnen	Nr. 4	20	Keime
(316)	„	Nr. 2 †	15	„	(454)	„	Nr. 5	12	„
(345)	„	Nr. 3	20	„	(465)	„	Nr. 6	120	„

(470)	Brunnen	Nr. 7 †	400	Keime	(750)	Brunnen	Nr. 19 †	75	Keime
(480)	„	Nr. 8	470	„	(790)	„	Nr. 20	20	„
(570)	„	Nr. 9	50	„	(830)	„	Nr. 21	150	„
(575)	„	Nr. 10	16	„	(855)	„	Nr. 22	200	„
(575)	„	Nr. 11	25	„	(865)	„	Nr. 23	170	„
(578)	„	Nr. 12	350	„	(900)	„	Nr. 24	1800	„
(607)	„	Nr. 13	125	„	(1005)	„	Nr. 25	85	„
(663)	„	Nr. 14	14	„	(1015)	„	Nr. 26	550	„
(685)	„	Nr. 15	400	„	(1078)	„	Nr. 27	206	„
(711)	„	Nr. 16	105	„	(1165)	„	Nr. 28	95	„
(715)	„	Nr. 17	130	„	(2035)	„	Nr. 29	140	„
(730)	„	Nr. 18	570	„					

Ein Blick auf diese Zusammenstellung zeigt uns, dass eine Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der chemischen Untersuchung und denen der bacteriologischen absolut nicht stattfindet. Das am wenigsten Rückstand enthaltende Wasser ist in Bezug auf die Anzahl der Bacterien fast das schlechteste, das weitaus schlechteste ist in bacteriologischer Hinsicht eins der besseren. Eine directere Verunreinigung, wie sie bei den Brunnen Nr. 3, Nr. 9, Nr. 18 und Nr. 29 angenommen werden musste, scheint ganz ohne Einfluss, so dass wir hieraus schon ersehen, dass die Anzahl der in einen Brunnenwasser enthaltenen entwickelungsfähigen Keime an sich keinen Anhaltspunkt für die Beurtheilung desselben geben kann. Auch die gefundenen Arten von Bacterien konnten kein Kriterium abgeben. Wenn man früher theilweise der Ansicht war, dass die die Gelatine verflüssigenden Mikroorganismen, welche vielfach als besonders charakteristisch für Fäulnissvorgänge gegolten haben, einen Beweis liefern könnten, dass das Wasser mit faulenden Substanzen, z. B. Grubeninhalt, in Berührung gekommen sei, so konnte auch ich eine Bestätigung dieser Ansicht nicht finden, da solche verflüssigenden Arten sich allenthalben, auch in den reinsten Wassern fanden.

Die Beantwortung der Frage, auf welchen Umstand es zurückzuführen ist, dass die Anzahl der Keime so ausserordentlich variirt, war mir dadurch nahe gelegt, dass die drei Brunnen, welche bei der bacteriologischen Untersuchung mit 15, 12 und 14 Keimen das beste Resultat ergeben hatten, Brunnen Nr. 2 †, Nr. 5 und Nr. 14, solche waren, bei welchen durch Dampfbetrieb permanent Wasser gepumpt wurde. In Betreff des Brunnens Nr. 2 † kann ich auf die oben Seite 198 gemachten Angaben verweisen, die beiden anderen befinden sich in Brauereien und werden ausser zu sonstigen Zwecken zur Herstellung von Eis benutzt.

Es schien demnach in dem ununterbrochenen Zu- und Ablauf von Wasser der Grund zu liegen, dass wir in ihnen nur so wenige Keime

fanden — es schien, dass eine grössere Zahl von Bacterien im Wasser durch Vermehrung derselben beim ruhigen Stehen in dem Brunnenschacht durch die stete Berührung mit den Wänden hervorgerufen sei.

Es fragte sich zunächst, ob diese Annahme auch in den Resultaten der übrigen Brunnenwasser ihre Bestätigung finde. Von dem Brunnen Nr. 10. welcher mit 16 Keimen sich als der viertbeste in dieser Hinsicht erwiesen hatte, war mir bekannt, dass er einer der am meisten benutzten Brunnen der Stadt sei, ebenso der Brunnen Nr. 4, welcher 20 Keime im Cubikcentimeter enthalten hatte. Brunnen Nr. 3 befindet sich in einer Schule und hat nur geringe Tiefe und dementsprechend niedrigen Wasserstand, so dass er, als ich das Wasser entnahm, wegen vorheriger starker Inanspruchnahme, beim Abpumpen alsbald versagte und ich nach einigem Warten erst das nöthige Wasser für die Untersuchung erhalten konnte. Von den Brunnen Nr. 20 (20 Keime) und Nr. 11 (25 Keime) war mir nicht bekannt, ob sie immer sehr stark in Anspruch genommen worden, oder ob dieses zufällig kurz vor der Entnahme der Fall gewesen war. Andererseits befindet sich der Brunnen Nr. 1 †, der sich bei der chemischen Untersuchung als der wenigst verunreinigte erwiesen, aber die hohe Zahl von 500 Bacterien im Cubikcentimeter ergeben hatte, in einer geschlossenen Besitzung ausserhalb der Stadt und wird nur von den Bewohnern des einen Hauses benutzt. Brunnen Nr. 6 (120 Keime) in einem Schlossgarten gelegen, wird ebenfalls nur von wenigen Haushaltungen, die sich in dem Schloss befinden, in Anspruch genommen. Nr. 7 † (400 Keime) am Nordbahnhof — entfernt von der Stadt gelegen, wird fast gar nicht benutzt, da das etwas eisenhaltige Wasser von den wenigen Bewohnern des Bahnhofs für schlecht gehalten wird — und man sich solches aus einem in der Nähe befindlichen Brunnen holt, so dass nach Aussage der Bahnbediensteten nur etwa 10 bis 15 Eimer Wasser täglich zum Begiessen dem Brunnen entnommen wurden. Von den übrigen Brunnen konnte nicht constatirt werden, wie stark der Gebrauch derselben ist. Die Anzahl der Keime schwankt zwischen 50 und 550 und nur der Brunnen Nr. 24 weicht mit 1800 und bei einer zweiten zur Controle ausgeführten Untersuchung, bei der ich etwas länger hatte abpumpen lassen, mit 1000 Keimen erheblich ab. Auffallend war es noch, dass Brunnen Nr. 29 trotz seiner ausserordentlichen Verunreinigung nur 140 Keime enthalten hatte. Von letzterem hatte ich vermuthet, dass er kaum benutzt würde, da wie erwähnt. die schlechte Beschaffenheit seines Wassers den Umwohnern bekannt ist, und sich in unmittelbarer Nähe mehrere andere Brunnen mit besserem Wasser befinden. Dieser schien also in directem Widerspruch mit meiner Annahme zu stehen. Eine genauere Information ergab indessen, dass der Brunnen sogar ausserordentlich stark in Anspruch genommen

wird und in Folge dessen oft am Tage mehrere Male vollkommen ausgepumpt ist. Der Brunnen Nr. 24 unterscheidet sich insofern von sämmtlichen anderen, als der Brunnenschacht nicht unmittelbar unter oder neben der Pumpe liegt, sondern etwa 50 Schritte von dieser entfernt, das Wasser in Folge dessen die lange Röhrenleitung passiren muss, und jedenfalls öfters längere Zeit in derselben steht, wobei im Sommer die höhere Temperatur eine rasche Vermehrung der Bacterien sehr begünstigt. Um deshalb möglichst das Wasser zu erhalten, wie es im Brunnenschacht enthalten ist, liess ich eine Viertelstunde lang abpumpen, entnahm dann eine Probe und fand nun nur 300 Keime im Cubikcentimeter. Es war somit unter den untersuchten Brunnen keiner mehr, welcher der Annahme widersprach, dass die Anzahl der im Wasser enthaltenen Bacterien lediglich davon abhänge, wie lange das Wasser in dem Brunnen stehe.

Der Beweis, dass es in der That so sei, konnte auf zweierlei Weise erbracht werden, einmal indem ich einem Brunnen, der viele Keime enthielt, eine Probe Wasser entnahm und nachdem der Brunnen möglichst ausgepumpt und frisches Wasser in denselben gelangt war, eine zweite Probe entnahm — andererseits dadurch, dass einer der Brunnen, die sich vorher als sehr frei von Bacterien erwiesen hatten, einige Zeit ausser Betrieb gesetzt und dann nachgewiesen wurde, dass er jetzt ebenfalls eine weit höhere Zahl von Bacterien enthalte. Es wurde demgemäss dem Brunnen Nr. 21 Morgens 7 Uhr, als er noch kaum gebraucht worden war, nach etwa zweiminütigem Pumpen eine erste Probe entnommen, dann $^3/_4$ Stunden anhaltend gepumpt und eine zweite Probe entnommen, nach abermals $^3/_4$stündigem Pumpen und nachherigem halbstündigen Stehen eine dritte Probe (ein Auspumpen war wegen des zu starken Zuflusses nicht möglich).

Probe Nr. 1 ergab 195 Keime
„ Nr. 2 „ 125 „
„ Nr. 3 „ 55 „

Es wurde derselbe Versuch sodann mit einem Brunnen in unserer Behausung wiederholt, welcher mit einem durch Gasmotor getriebenen Pumpwerk, sowie auch mit mehreren Handpumpen versehen ist. Am Montag früh, nachdem der Brunnen etwa 36 Stunden sehr wenig gebraucht war, entnahm ich die erste Probe, dann liess ich vollständig auspumpen, wartete eine halbe Stunde und entnahm die zweite Probe.

1. Probe ergab 5000 Keime
2. „ „ 35 „

Das Leerpumpen geschah mit dem durch die Maschine getriebenen Pumpwerk, während ich zur Entnahme eine gewöhnliche Handpumpe benutzte, so dass dadurch die Annahme ausgeschlossen ist, dass nur in der

Pumpenröhre eine so starke Vermehrung stattgefunden habe. Das Wass dieses Brunnens ist, da derselbe dicht neben einer Grube liegt, ausse ordentlich schlecht, es enthält stets grosse Mengen Ammoniak und sal petrige Säure.

Es wurde endlich dem Brunnen Nr. 2 †, der inzwischen ausser Be trieb gesetzt war, nachdem er schon eine ganze Woche vollständig ruhi gestanden, eine Probe entnommen, indem ich eine beschwerte sterilisirt Flasche in den Schacht hinabliess. Es fanden sich im Cubikcentimete 3000 Keime, währenddem, so lange der Brunnen in Betrieb war, nu 15 Keime in demselben für den Cubikcentimeter gefunden worden waren

Durch diese Versuche möchte es hinlänglich erwiesen sein, dass durcl das Grundwasser, selbst wenn es in hohem Maasse durch Abfallstoffe ver unreinigt ist, doch in der Regel nur eine sehr beschränkte Anzahl von entwicklungsfähigen Keimen den Brunnen zugeführt wird, dass eine hoh Zahl meist in der im Brunnenschacht stattfindenden Vermehrung ihren Grund hat. Diese Vermehrung wird abhängig sein von der Temperatur des Wassers, von dem Umstand, ob öfters sämmtliches Wasser aus dem Brunnen ausgepumpt wird, oder immer ein grosser Theil in demselben verbleibt, endlich auch unzweifelhaft abhängig von der Beschaffenheit des Wassers.

Wenn wir auch einen Brunnen durch anhaltendes Pumpen dahin bringen können, dass er nur noch 20 bis 30 Keime im Cubikcentimeter enthält, so glaube ich darin doch nicht eine Gewähr erblicken zu können, dass ein directer Zusammenhang mit einer in der Nähe befindlichen Grube ausgeschlossen ist. Wenn auch durch einen grösseren Riss in der Erde, durch einen von einer Ratte gegrabenen Gang, oder durch das Ueberlaufen einer Grube, so dass deren Inhalt von oben in den Brunnenschacht eintritt, zugleich mit dem immer zuströmenden Wasser eine so grosse Menge der ausserordentlich bacterienreichen Flüssigkeit in den Brunnen gelangen müsste, dass wir im Cubikcentimeter noch Tausende von Bacterien fänden, so kann doch ein Ritz in der Erde so beschaffen sein, dass ein langsames Fortsickern in demselben stattfindet und in der Zeit wo ein Cubikmeter, nehmen wir an, keimfreien Wassers in den Brunnen gelangt, vielleicht nur ein Cubikcentimeter Jauche eintritt. Nehmen wir nun an, dass der Cubikcentimeter Jauche eine Million Keime enthielte, so würde durch die Verdünnung 1 : 1 Million ein Wasser resultiren, welches im Cubikcentimeter nur einen Keim enthielte.

Die gefundene Zahl ist nicht im Stande, uns directen Aufschluss über die Güte des Wassers zu geben. Der beste Brunnen kann, wenn er wenig oder gar nicht benutzt wird, ein Wasser mit Tausenden von entwicklungsfähigen Keimen im

Cubikcentimeter liefern, der schlechteste kann oft durch anhaltendes Pumpen dahin gebracht werden, dass sein Wasser nur wenige Keime im Cubikcentimeter enthält.

Immerhin soll der bacterioskopischen Untersuchung auch von Brunnenwässern nicht jeglicher Werth deshalb abgesprochen werden. Es kann wohl der Fall vorkommen, dass ein Brunnen, dessen Wasser in Bezug auf das chemische Verhalten zu keiner Beanstandung Anlass giebt, bei wiederholten Prüfungen immer einen abnorm hohen Gehalt an Bacterien aufweist, der durch die schlechte Beschaffenheit des Schachtes, durch unsaubre modrige Wände, die einen Heerd für Zersetzungsvorgänge bilden, bedingt ist. In solchen Fällen dürfte das Ergebniss der bacterioskopischen Prüfung ein Grund sein, den Brunnen als schlecht zu bezeichnen. Andererseits wäre die Frage wohl berechtigt, ob das Wasser eines Brunnens als Trinkwasser gebraucht werden soll, das bei normalem chemischen Befund eine abnorm hohe Zahl von Bacterien aufweist, selbst wenn letztere nur in der sehr geringen Benutzung des Brunnens ihren Grund hat und die Anzahl der Bacterien nur den Beweis liefert, dass wir ein Wasser vor uns haben, das schon lange Zeit im Brunnenschacht gestanden hat. Es mag deshalb immerhin berechtigt erscheinen als Norm aufzustellen, dass ein Trinkwasser, also auch Brunnenwasser, nicht mehr als eine gewisse Anzahl, etwa 500 entwicklungsfähiger Keime im Cubikcentimeter enthält.

Da es keinem Zweifel unterliegt, dass die Vermehrung beim Stehen um so schneller erfolgt und um so grössere Dimensionen annimmt, je mehr das Wasser mit Abfallstoffen verunreinigt ist, so ist es möglich, dass wir auf diesem Wege ein Kriterium für die Beurtheilung von Trinkwasser finden, doch muss dieses durch eingehendere Untersuchungen erst festgestellt werden.

Die Versuche, welche ich über die Vermehrung der Bacterien im Wasser, wenn solches in Flaschen aufbewahrt wird, angestellt, dienten lediglich der Frage, ob es überhaupt möglich ist, Wasser zu bakteriologischen Untersuchungen nach auswärts zu versenden, oder ob die Vermehrung so schnell eintritt, dass dieses als unthunlich anzusehen ist. Von der grössten Wichtigkeit ist hierbei natürlich die Temperatur. Ich stellte meine Beobachtungen einmal beim Stehen des Wassers im Eisschrank (bei 10° C.), im anderen Falle bei Zimmertemperatur zwischen 17 und 24° C. an. Das Wasser der städt. Wasserleitung in Wiesbaden hatte bei der Entnahme 16 Keime im Cubikcentimeter, nachdem es acht Tage bei 10° C. gestanden 300 Keime. Wasser aus einem Brunnen im Hof des Laboratoriums, welches bei der Entnahme 550 Keime im Cubikcentimeter enthielt, ergab nach dreitägigem Stehen bei 10° 3380; bei einem zweiten Versuche fand ich anfangs 650 Keime, nach dreitägigem Stehen bei

10° C. 9000 Keime in demselben. Dasselbe Wasser mit 650 Keimen bei der Entnahme ergab, nachdem es drei Tage bei 20 bis 24° gestanden, 240000 Keime für den Cubikcentimeter. Von dem Brunnen Nr. 2† wurde Nachmittags 4 Uhr eine Probe entnommen; alsbald untersucht ergab dieselbe 15 Keime für den Cubikcentimeter, nachdem das Wasser 20 Stunden bei einer Temperatur von circa 20° C. gestanden, ergab die Untersuchung 7000 Keime.

Es wurden ferner sechs Flaschen mit Wasser des Brunnens Nr. 21 gefüllt und in dem Arbeitsraum aufgestellt. Die Temperatur in demselben schwankte zwischen 17 und 20° C.; das Wasser enthielt bei der Entnahme 250 Keime im Cubikcentimeter.

Flasche	Nr. 1	ergab	nach	23	Stunden	5000	Keime
				24	„	5000	„
				45½	„	156000	„
„	Nr. 2	„	„	21	„	4000	„
				27	„	4000	„
				28½	„	38000	„
				31	„	65000	„
				45½	„	275000	„
„	Nr. 3	„	„	19	„	900	„
„	Nr. 4	„	„	17½	„	296	„
				40	„	63000	„
„	Nr. 5	„	„	15½	„	369	„
				21½	„	30000	„
				23	„	12500	„
				25½	„	33000	„
				40	„	84000	„
„	Nr. 6	„	„	2	„	155	„
				3¼	„	140	„

Genauere Untersuchungen über die Vermehrung der Bacterien bei verschiedenen Temperaturen und mit verschiedenen Arten von Wasser habe ich mir vorbehalten. Ich will hier kurz nur noch einige Versuche erwähnen, die ich über die Sedimentirung der Bacterien im Wasser angestellt habe. Die Ansicht, dass bei ruhigem Stehen des Wassers die in demselben befindlichen Bacterien sich auf den Boden allmählich niedersetzten, dass eine Sedimentirung derselben stattfinde, wurde wie erwähnt zuerst von Fol und Dunant ausgesprochen und zwar in Folge der Beobachtung die sie gemacht hatten, dass ein Wasser, welches in einem 40 ^{cm} hohen Glascylinder aufgestellt wurde, zunächst 150000 Keime für den Cubikcentimeter bei der Untersuchung ergeben hatte, nach etwa

achttägigem Stehen nur noch 12000 Keime und nach weiteren drei Wochen nur noch 7000 Keime. Der Nachweis, dass eine dieser Abnahme entsprechende Anhäufung von Bacterien am Boden des Cylinders stattgefunden, wird von ihnen nicht geführt. Sie gründen aber auf diesen Versuch die Annahme, dass das Wasser des Genfer Sees, welches an der Oberfläche entnommen wurde, deshalb meist nur eine verhältnissmässig geringe Zahl von entwicklungsfähigen Keimen enthalte, weil eine Sedimentirung derselben auf den Boden des Sees stattfinde.

Cramer hat das Ergebniss eines einzigen Versuches mitgetheilt. Er wies in Brauchwasser bei der Entnahme nach:

am 1. November	438	Keime
„ 2. „	37370	„
„ 4. „	985628	„
„ 8. „	670356	„
„ 17. „	34872	„
„ 9. Januar	500	„ oben,

7500 Keime nach dem Umschütteln.

Jedenfalls kann in diesem letzteren Resultate kein Beweis für Sedimentirung erklickt, sondern nur daraus gefolgert werden, dass die Vertheilung eine ungleichmässige war, wo aber die Anhäufung stattgefunden, ob an der Oberfläche, oder am Boden, oder ob sich die Bacterien nur an den Wandungen des Gefässes festgesetzt hatten, das ging aus dem Versuche nicht hervor.

Ich hatte am 2. Juni mehrere Flaschen eines Wassers, das bei der Entnahme 750 Keime im Cubikcentimeter enthielt in einem Eisschrank bei 10° C. aufgestellt. Eine Flasche ergab

am 3. August nach zweimonatlichem Stehen oben	660000	Keime
nach Umschütteln	1056000	„
eine zweite Flasche oben	1104000	„
unten	1222000	„

Wasser der städtischen Wasserleitung zu Wiesbaden in einem 25 cm hohen Cylinder im Eisschrank aufgestellt

ergab nach vierwöchentlichem Stehen oben	3000	Keime
nach kräftigem Umschütteln	3000	„

Alle weiteren Versuche führten zu denselben Resultaten, aus welchen auf eine Sedimentirung nicht geschlossen werden konnte. Auffallen musste es bei diesen Versuchen, dass die Fortpflanzung der Bacterien in den Gelatineplatten, wenn ich solches Wasser untersuchte, welches längere Zeit gestanden, eine ausserordentlich langsame war. Während in den

ersten Tagen nach der Entnahme die Platten schon am zweiten Tage mit unzähligen Colonieen bedeckt und in der Regel schon zum grössten Theil verflüssigt waren, war jetzt nicht eine einzige Colonie vorhanden, welche Verflüssigung herbeiführte und bei sonst gleichen Verhältnissen dauerte es 4 bis 5 Tage, bis die Colonieen recht sichtbar wurden und ein Zählen ermöglichten. Mir scheint dies so erklärt werden zu müssen, dass gewisse Arten von Bacterien, so z. B. die verflüssigenden, beim Stehen des Wassers allmählich verschwinden und andre Arten überhandnehmen, welche sich durch langsames Wachsthum von diesen unterscheiden. Die Begründung dieser Ansicht wird aus dem nun folgenden Capitel über Reductions- und Oxydationsvorgänge hervorgehen.

Wir haben aus Vorstehendem ersehen, dass in jedem, auch dem reinsten, Trinkwasser beim Stehen eine Vermehrung der darin enthaltenen Bacterien stattfindet und dürfen als unzweifelhaft annehmen, dass die Vermehrung eine um so grössere ist, je mehr das Wasser mit Stoffen verunreinigt ist, welche das Nährmaterial für Bacterien abgeben. Liegt es auf der Hand, dass die Vermehrung demgemäss gewisse Aenderungen in den Bestandtheilen des Wassers hervorrufen muss, so tritt die Frage an uns heran, ob wir im Stande sind, mit unseren chemischen Reagentien diese Veränderungen nachzuweisen. Leicht konnte diese Frage beantwortet werden, da wo es sich um schlechtes Wasser handelt, welches durch hohen Gehalt an Salpetersäure sowie durch Anwesenheit von Ammoniak und salpetriger Säure starke Verunreinigung durch Stadtlauge zn erkennen giebt. Wenn man ein mit den erwähnten Indicatoren einer starken Verunreinigung behaftetes Wasser bei Zimmertemperatur stehen lässt, so wird man nach wenigen Tagen die Beobachtung machen, dass die salpetrige Säure-Reaction auf Kosten der Ammoniakreaction erheblich zugenommen hat, dass oft eine tief dunkelblaue Fällung durch Jodamylum hervorgerufen wird, während anfangs kaum merkliche Blaufärbung eingetreten war, dass die Ammoniakreaction mit Nessler's Reagens, selbst wenn sie sehr stark war, vollkommen ausbleibt. Nach weiterem Verlauf von einigen Tagen beobachten wir ein allmähliches Wiederschwächerwerden der salpetrigen Säure-Reaction, bis auch diese schliesslich ganz verschwunden und nur noch Salpetersäure in dem Wasser nachweisbar ist.

Folgende Brunnen mögen als Beispiel dienen:

Nr. 18 enthielt bei Entnahme reichlich NH_3, wenig N_2O_3

nach	8	Tagen	wenig	NH_3,	sehr viel	N_2O_3
„	14	„	kein	„	sehr viel	„
„	20	„	„	„	weniger	„
„	23	„	„	„	kein	„

Nr. 22 enthielt bei Entnahme reichlich NH_3, wenig N_2O_3

nach	6 Tagen	wenig	NH_3	stark	N_2O_3
„	14 „	kein	„	stark	„
„	24 „	„	„	kein	„

Brunnen Molkenmarkt in Berlin enthielt bei Entnahme am 3. Decbr. 1885 viel NH_3 sehr wenig N_2O_3

nach	4 Tagen	weniger	NH_3	stark	N_2O_3
„	9 „	kein	„	sehr stark	„
„	14 „	„	„	weniger	„
„	28 „	„	„	kein	„

Die Bestimmung der Salpetersäure ergab bei der Entnahme

70 mgr für den Liter
nach 28 Tagen 72 „ „ „ „

doch kann bei der geringen Differenz und der nicht grossen Genauigkeit unserer Methoden der Salpetersäurebestimmung auf eine wirkliche Zunahme nicht mit Bestimmtheit geschlossen werden.

Dass die Umsetzung der Einwirkung der Bacterien zuzuschreiben ist, konnte leicht nachgewiesen werden. Es wurden in mehrere Reagenscylinder ca. 10 ccm eines Wassers gebracht, bei welchem diese Veränderung be obachtet war. Die Cylinder wurden mit Wattepfröpfen verschlossen und nun die Hälfte derselben zum Kochen erhitzt, wodurch die Bacterien in dem Wasser getödtet wurden. Nach 8 und 14 Tagen gab das Wasser dieser letzteren Cylinder noch genau dieselben Reactionen wie bei der Entnahme, enthielt viel Ammoniak und wenig salpetrige Säure, während in den anderen Ammoniak verschwunden und starke salpetrige Säure-Reaction eingetreten war.

Ersteres erwies sich beim Einimpfen in Nährgelatine als keimfrei, letzteres enthielt im Tropfen Tausende von Bacterien. Impfte ich nun in das sterilisirte Wasser eine der Bacterienarten, welche demselben entstammten, so spielte sich jetzt in diesem derselbe Prozess ab, wie in dem anderen.

Es schien aus diesem Versuch hervorzugehen, dass in dem Wasser durch die Bacterien eine Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure bewirkt werde, denn ich beobachtete in keinem Falle das Auftreten von salpetriger Säure, wenn in dem Wasser nicht Ammoniak enthalten war, so dass die Annahme, die salpetrige Säure könne auch durch Reduction aus der Salpetersäure entstanden sein, ausgeschlossen schien. Ich machte deshalb den Versuch, durch Zusatz einer geringen Menge von Nähr-

material die Vermehrung der Bacterien zu beschleunigen, um zu sehen, ob die quantitative Bestimmung der Salpetersäure vor und nach der Vermehrung zu einer Differenz führe. Viel Erfolg konnte ich mir freilich schon deswegen nicht versprechen, da die Menge des Ammoniaks und der salpetrigen Säure im Wasser immer eine sehr geringe ist und unsere Methoden der Salpetersäurebestimmung keine sehr genauen Resultate ergeben. Ich setzte also zwölf verschiedenen Brunnenwassern in mit Baumwollepfröpfen verschlossenen Flaschen einige Tropfen Nährgelatine zu (zu etwa 50 ccm des Wassers) und liess sie bei Zimmertemperatur stehen. Am folgenden Tage war in sämmtlichen starke Trübung eingetreten. Das Wasser der Brunnen 2, 6 und 31 (mit Nr. 31 ist ein Brunnen an der Südliesiere der Stadt bezeichnet, der inmitten eines Bleichgartens gelegen, sich als ausserordentlich rein erwiesen hatte) gab keine Reaction auf salpetrige Säure, das der Brunnen Nr. 1, 3, 4, 14 nur schwache, während alle übrigen ausserordentlich starke Reaction gaben. Am nächsten Tage war in den meisten Flaschen die salpetrige Säure verschwunden, am längsten, fünf Tage, hielt sie sich in dem schlechtesten Wasser Nr. 29. Als ich indessen an die Salpetersäurebestimmung gehen wollte, bemerkte ich, dass dieselbe in sämmtlichen Wassern verschwunden war, dagegen trat in den meisten starke Ammoniakreaction mit Nessler's Reagens ein. Es hatte mithin hier eine Reduction der Salpetersäure, eventuell Assimilation stattgefunden und die Verschiedenheit in dem Verhalten beruhte lediglich auf dem verschieden hohen Gehalt der Wasser an Salpetersäure. Wenn auch bei dem Vorgang in dem Wasser ohne Zusatz von Nährgelatine die Salpetersäure nicht nachweisbar abgenommen hatte, so wurde meine Ansicht darüber, wie er zu erklären, hierdurch doch schwankend. Man konnte sich auch denken, dass die Bacterien zunächst ihren Stickstoffbedarf durch das Ammoniak decken, welches deshalb bald verschwindet, dass dieses unter Freiwerden von Wasserstoff geschieht, welcher eine theilweise natürlich nur sehr geringe Reduction der Salpetersäure zu salpetriger Säure bewirkt, und dass schliesslich letztere wieder zu Salpetersäure oxydirt oder auch assimilirt werde.

Um indessen zu sicheren Resultaten über die Einwirkung der Bacterien auf stickstoffhaltige Substanzen zu gelangen, durfte in dieser Weise nicht weiter operirt werden, da wir es hier stets mit einer ganzen Anzahl beliebiger Mikroorganismen zu thun hatten, deren Einwirkung auf die Substrate eine untereinander durchaus verschiedene sein konnte. Die Frage, ob alle Bacterien dieselbe Einwirkung auf stickstoffhaltige Substanzen ausüben, oder ob bestimmten Arten reducirende Eigenschaften zukommen, anderen oxydirende, ob der Zutritt von Luft von dem wesentlichen Einfluss sei, überhaupt wie es zu erklären, dass wird bald Reduction, bald Oxy-

dation als die Folge der Einwirkung der Bacterien erblicken, konnte nur durch Versuche mit Reinculturen ihre Beantwortung finden.

Die Fortsetzung meiner Arbeiten nach dieser Richtung nahm ich in dem hygienischen Institut der Universität Berlin unter Leitung des Hrn. Geh.-Rath Prof. Koch vor; bevor ich indessen zur Besprechung derselben übergehe, müssen wir uns erst wieder kurz darüber orientiren, was bis zu dieser Zeit über die vorliegenden Fragen bereits publicirt war.

Die Versuche, welche in früheren Jahren von Schlösing und Müntz, Fodor u. A. angestellt wurden, mussten an dem oben erwähnten Uebelstand leiden, dass sie nicht mit einer gesonderten Art, einer Reincultur von Bacterien vorgenommen wurden, was bei dem damaligen Standpunkt der Bacteriologie noch nicht möglich war. Man hatte sich durch das Experiment überzeugt,[1] dass beim Filtriren von verdünntem Harn durch etwa 1^{m} lange und 3^{cm} weite Glasröhren, welche mit Gartenerde gefüllt, waren, ein Filtrat resultire, welches seinen Ursprung kaum noch erkennen liess, indem es farblos war, wenig durch Kaliumpermanganat bestimmbare organische Substanz, wenig Ammoniak, dagegen grosse Mengen Salpetersäure enthielt, dass aber der Harn fast unverändert durchsickere, ohne eine Spur von Salpetersäure zu bilden, wenn man zunächst Chloroformdämpfe durch die Röhren leitete und dadurch die in der Erde enthaltenen Mikroorganismen „tödtete".

Man hatte auch erkannt,[2] dass von dem grössten Einfluss die Gegenwart der Luft für dieses Experiment sei, denn wenn diese nicht in genügendem Maasse zutreten konnte, so trat nicht Oxydation zu Salpetersäure, sondern eine „faulende Gährung" ein, welche den Harnstoff in Ammoncarbonat überführte, von Salpetersäure aber war keine Spur in dem Filtrat nachweisbar. Ebensowenig gelang die Oxydation, wenn man statt verdünnten Harns diesen concentrirt aufgoss. Diese letztere Thatsache begnügte man sich so zu erklären, dass die Erde dadurch zu sehr mit Fäulnissstoffen überladen würde, was freilich als eine eigentliche Erklärung nicht aufgefasst werden konnte.

Schlösing und Müntz versuchten dann[3] mit Reinculturen von einigen bekannten Arten von Schimmelpilzen, sowie mit Mycoderma aceti und vini in Nährlösungen Oxydation von Ammon zu Salpetersäure hervorzurufen, ohne dass ihnen dieses gelang, bis sie schliesslich in der Erde Mikroorganismen fanden,[4] mit welchen sie in geeigneten Nährlösungen

[1] *Compt rend.* t. LXXVII. p. 1018.

[2] Fodor, *Boden und Wasser und ihre Beziehungen zu epidemischen Krankheiten.*

[3] *Compt. rend.* t. LXXXVI. p. 892.

[4] *Compt. rend.* t. LXXXIX. p. 891.

diese Umsetzung bewirken konnten. Sie kamen hiernach zu der Ansicht. dass den Bacterien gemeiniglich nitrificirende Eigenschaften nicht zukämen, sondern dass es diese bestimmte Art immer sei, die sich hauptsächlich in der Erde, doch auch im Wasser, nicht aber in der Luft vorfinde, welcher die Eigenschaft zukomme, Ammonsalze in salpetersaure Salze überzuführen. Wenn wir hiermit auch der Erklärung der Nitrificationsvorgänge im Erdreich einen guten Schritt näher kamen, so blieben doch manche Thatsachen noch völlig unaufgeklärt. Warum vor Allem erleidet conc. Harn eine andere Zersetzung in derselben Erde wie verdünnter?

Schlösing und Müntz geben von der in der Erde gefundenen Species von Bacterien eine so wenig eingehende Beschreibung, dass es nach unseren Anschaunngen kaum sichergestellt wäre, dass sie wirklich auch eine Reincultur vor sich hatten. Im Uebrigen ging ich von der Ansicht aus, dass es jedenfalls mehr wie eine Art geben würde, welcher solche Eigenschaften zukämen und beschloss daher gleichzeitig aus Wasser. Luft und Erde eine Anzahl von Reinculturen herzustellen und diese auf nitrificirende bezw. reducirende Eigenschaften zu prüfen, vielleicht dass man doch mit derselben Species durch verschiedene Versuchsanordnung beide Wirkungen hervorrufen konnte. Es schien mir aber rathsam, zunächst die Versuche mit solchen Arten anzustellen, von denen anzunehmen war, dass sie in künstlichen Nährsalzlösungen sich rasch vermehrten, da ich in solchen eine verschiedene Einwirkung auf die Substrate am leichtesten beobachten konnte. Hatte ich erst auf diese Weise einen Einblick erhalten, so konnten später die Untersuchungen auf andere bekannte namentlich auch pathogene Bacterienarten ausgedehnt werden.

Wollte ich zum Beispiel Fleischwasser für die Versuche anwenden, so bot dieses zwar den Vortheil, dass die meisten Arten von Bacterien sehr schnell in demselben sich vermehren und in Folge dessen eine Umsetzung in den Bestandtheilen rasch erfolgt, es hatte aber den Nachtheil, dass es stickstoffhaltige Substanzen enthält, deren Menge und Zusammensetzung nicht bestimmbar ist, so dass ich schon von einer unbekannten Grösse hätte ausgehen müssen. Harn, welcher auch für die meisten Bacterienarten ein sehr gutes Substrat bietet, hatte in dieser Hinsicht vor Fleischinfus nichts voraus. Wendete ich dahingegen eine Lösung von Salzen an, phosphorsaurem Kali, Chlorcalcium und Magnesiumsulfat, setzte dieser als Kohlenstoffsubstanz Traubenzucker zu, so konnte ich den Stickstoffbedarf, je nachdem ich nun oxydirende oder reducirende Eigenschaften wahrnehmen wollte, durch Ammonsalze oder salpetersaure Salze decken.

Die Reinculturen von Bacterien stellt ich mir in folgender Weise her. Von der Erde wurde eine geringe Menge, einige Decigramm, mit

etwa 10 ^{ccm} sterilisirten Wassers geschüttelt, von diesem ein Tropfen in einen Reagenscylinder mit flüssig gemachter Nährgelatine gebracht, umgeschüttelt und von diesem Reagenscylinder nun in der bekannten Weise mit der Platinöse ein zweites Glas mit Nährgelatine, von diesem ein drittes geimpft. Die Gelatine wurde dann auf Platten ausgegossen und nachdem die Keime zu Colonieen ausgewachsen waren, auf derjenigen der Platten, auf welcher keine zu grosse Zahl von Colonieen entstanden war, eine mikroskopische Prüfung derselben vorgenommen, welche leicht die verschiedenen hauptsächlich vertretenen Arten von Bacterien finden liess. Mit diesen wurden dann wieder andere Reagensgläser mit Nährgelatine geimpft, welche uns Reinculturen der betreffenden Arten lieferten. In ähnlicher Weise wurde mit Spreewasser und Brunnenwasser verfahren. Um aus der Luft Reinculturen von Bacterien zu erhalten, brauchte ich nur Gelatineplatten eine Stunde unbedeckt aufzustellen und dieselben in Glasglocken zu bringen, wo die Keime, welche sich darauf abgesetzt hatten, zu Colonieen auswuchsen. Ich wählte mir zunächst zwölf Arten von Reinkulturen aus, deren Beschreibung ich übergehen zu dürfen glaube, da eine hinreichende Charakterisirung zu weit führen würde und insofern auch unwesentlich ist, da es jedenfalls viele Arten giebt, deren Eigenschaften mit denen der von mir untersuchten Species übereinstimmen. Diese Reinculturen waren folgende:

α. Kurzstäbchen aus Brunnenwasser mit grüner Farbe die Gelatine verflüssigend.

β. Stäbchen aus Spreewasser, farblos verflüssigend.

γ. Kurze dicke Stäbchen aus Spreewasser, einen braunen Farbstoff erzeugend.

δ. Mikrokokken aus Brunnenwasser.

ε. Stäbchen aus Erde, grün fluorescirend.

ζ. Mukor aus Spreewasser.

η. Aspergillus flavus aus Brunnenwasser.

ϑ. Stäbchen aus Spreewasser.

ι. Stäbchen aus Spreewasser.

κ. Kokken aus der Luft, röthlichen Farbstoff erzeugend.

λ. Stäbchen aus Erde.

μ. Stäbchen aus Erde.

Ich stellte mir nun eine Salzlösung her von:

Kaliumphosphat 1·0 ^{grm}
Magnesiumsulfat 0·2 „ und
Chlorcalcium 0·1 „

auf 1000 ccm destillirtes Wasser, stellte dieselbe eine Stunde in den Dampfsterilisationsapparat, wobei sich die Flüssigkeit etwas trübte, liess absetzen, filtrirte und kochte nochmals auf. Ferner machte ich mir eine Lösung von Calciumnitrat, indem ich eine gewogene Menge Calciumcarbonat mit soviel verdünnter Salpetersäure in der Wärme behandelte, dass eben noch etwas von dem Salze ungelöst blieb, dann setzte ich, um sicher zu gehen, dass keine freie Säure in der Lösung verblieb, noch etwas Calciumcarbonat zu und dampfte in einer gewogenen Porzellanschale soweit ein, dass ich eine Lösung von ungefähr einem Theil Calciumnitrat auf fünf Theile Wasser hatte, welche filtrirt uud ebenfalls aufbewahrt wurde.

Endlich machte ich mir noch Lösungen von Traubenzucker, Ammoniumcarbonat sowie Harnstoff, alle in dem Verhältniss 1:5.

Zum Versuche setzte ich mir eine Nährlösung zusammen aus:

25 ccm der Salzlösung
1 „ „ Zuckerlösung
2 Tropfen Ammoncarbonatlösung und
2 „ Calciumnitratlösung

auf 250 ccm mit destillirtem Wasser verdünnt. Ein Liter dieser Lösung würde demnach enthalten:

0·1 grm Kaliumphosphat
0·02 „ Magnesiumsulfat
0·01 „ Chlorcalcium
0·8 „ Zucker
0·8 „ Calciumnitrat.

Diese Lösung wurde auf mehrere 50 ccm fassende Flaschen, welche mit Wattepfropf versehen und durch Erhitzen im Sterilisationsschrank sterilisirt waren, vertheilt, und durch halbstündiges Einsetzen in den Dampfapparat dann auch die Flüssigkeit sterilisirt. Ich wandte zu diesen Versuchen stets Medicinflaschen an, welche vor den sonst gebräuchlichen Erlenmeyer'schen Kölbchen den Vorzug haben, dass sie weit weniger Platz einnehmen, was einen nicht zu unterschätzenden Vortheil bietet.

Um die Anwendbarkeit dieser Nährlösung zu prüfen, impfte ich dieselbe zunächst mit der aus Spreewasser erhaltenen Bacterienart ι, welche sich durch schnelles Wachsthum auszuzeichnen schien, indem ich mit der Spitze der geglühten Platinnadel eine Spur aus der Reagensglascultur in die Flüssigkeit übertrug.

Die Flaschen wurden dann in den Brutschrank gesetzt, in welchem ein constante Temperatur von 30° herrschte. Am anderen Tage schon waren sämmtliche Flaschen stark getrübt. Die Untersuchung ergab, dass

das Ammon fast vollständig aus der Lösung verschwunden war und Jodamylum eine tief dunkelblaue Fällung verursachte. Mithin war die Lösung für diese Species von Bacterien sehr geeignet und ich konnte alsbald der Frage näher treten, ob die entstandene salpetrige Säure durch Oxydation aus dem Ammon oder durch Reduction aus der Salpetersäure entstanden sei. Es wurde deshalb eine Nährlösung von der sonst gleichen Zusammensetzung hergestellt, nur dass ich der einen Hälfte a) nur Ammoncarbonat als Stickstoffsubstanz, den anderen Hälfte b) nur Calciumnitrat zusetzte. Der Gehalt an Salpetersäure wurde in letzterer durch Einstellen auf Indigolösung bestimmt.

Da ich voraussichtlich bei meinen Versuchen häufig in die Lage kam, den Salpetersäuregehalt in den Lösungen bestimmen zu müssen, so war ich gezwungen, mich nach einem Verfahren umzusehen, welches bei möglichst geringem Zeitaufwand hinreichend sichere Resultate gab und vor Allem nicht zu viel von den Lösungen in Anspruch nahm, so dass ich z. B. mit 50 ccm Flüssigkeit an verschiedenen Tagen Prüfungen vornehmen konnte. Diesen Zweck erreichte ich mit der Indigobestimmung in der von Meyerhofer[1] angegebenen Modification in sehr befriedigender Weise. Bei richtiger Anwendung und hinreichender Uebung liefert diese Methode vollkommen übereinstimmende Resultate, man kann in einer Stunde bequem 20 bis 25 Bestimmungen ausführen und gebraucht zu jeder einzelnen nur 5 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit. Ich setzte meinen Lösungen wenn möglich soviel Calciumnitrat zu, dass 5 ccm derselben 5 bis 7 ccm Indigolösung zur Blaufärbung gebrauchten, da in diesen Grenzen die Bestimmungen am genauesten ausfallen. Die Indigolösung hatte eine solche Concentration, dass 6 ccm derselben 5 ccm einer Salpeterlösung entsprachen, welche im Liter 60 mgr Salpetersäure enthielt.

Mit Hülfe dieser Methode fand ich nun, dass 5 ccm meiner Nährlösung 6·5 ccm Indigolösung zur Blaufärbung gebrauchten. Nun wurde sterilisirt und wie vorher mit ι geimpft.

Am nächsten Tage waren wieder sämmtliche geimpfte Flaschen getrübt, während die Controlflaschen, welche nicht geimpft waren, vollkommen klar geblieben waren.

In den Lösungen a war kein Ammon mehr durch Nessler's Reagens nachweisbar, salpetrige Säure und Salpetersäure war nicht vorhanden.

In den Lösungen b gab Jodamylum starke Reaction, ebenso zeigte Nessler's Reagens die Anwesenheit von Ammoniak an.

Der Indigoverbrauch betrug statt 6.5 ccm nur noch 4·8 ccm.

---

[1] Meyerhofer, *Correspondenz der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie.* 1884. Nr. 1.

In den Controlflaschen war eine Aenderung in dem Verbrauch an Indigo nicht eingetreten und salpetrige Säure nicht vorhanden.

Dieser Versuch zeigte, dass sowohl Ammoniak wie auch Salpetersäure ausreichte, um den Stickstoffbedarf dieser Species von Bacterien zu decken, dass bei Gegenwart von Salpetersäure diese zu salpetriger Säure und Ammoniak reducirt werde.

Dass bei Gegenwart von Ammon dieses zu salpetriger Säure oxydirt werde, schien zwar absolut nicht wahrscheinlich, doch war die Möglichkeit durch den Versuch nicht ausgeschlossen, da aller Stickstoff scheinbar assimilirt worden war und bei Gegenwart von grösseren Mengen Ammons immerhin eine Oxydation hätte stattfinden können. Es war somit dieser Versuch zu wiederholen, sowie auch festzustellen, wie weit man in dem Zusatz von Ammoncarbonat gehen dürfe, ohne dass dadurch das Wachsthum der Bacterien behindert würde. Endlich sollte auch constatirt werden, wie sich Chlorammonium in dieser Hinsicht verhalte.

Es wurden zu diesem Zweck drei Flaschen Nährlösung hergestellt von welchen

Nr. 1. auf 100 ccm einen Zusatz von 1 Tropfen Ammoncarbonatlösung
„ 2. „ 100 „ „ solchen „ 5 „ „
„ 3. „ 100 „ „ solchen „ 1 ccm der Ammoncarbonatlös. erhielt.

In den Flaschen 1 und 2 trat Trübung ein, in Flasche 3 nicht. Ammon war noch in allen Flaschen vorhanden, salpetrige Säure in keiner nachweisbar.

Es wurden ferner 4 Flaschen Nährlösung hergestellt, von welchen
Nr. 4 einen Zusatz v. 1 Tropfen $(NH_4)_2\,CO_3$ Lösg. u. $Ca(NO_3)_2 = 6 \cdot 5$ ccm Indigo
„ 5 „ „ „ 5 „ $(NH_4)_2\,CO_3$ „ „ $Ca(NO_3)_1 = 8 \cdot 4$ „ „
„ 6 „ „ „ 10 „ $(NH_4)_2\,CO_3$ „ „ $Ca(NO_3)_2 = 8 \cdot 7$ „ „
„ 7 „ „ „ 1 ccm $(NH_4)_2\,CO_3$ „ „ $Ca(NO_3)_2 = 6 \cdot 7$ „ „
erhielt.

In den Flaschen 4, 5 und 6 trat Trübung ein, Flasche 7 blieb klar.

Dementsprechend gab Jodanylum mit den drei ersteren Lösungen starke Reaction, mit der letzteren keine.

Der Indigoverbrauch war in

4. statt 6·5 ccm = 11·6 ccm Indigolösung,
5. „ 8·4 ccm = 11·6 ccm „
6. „ 8·7 ccm = 13·7 ccm „
7. „ 6·7 ccm geblieben.

Es wurde eine Flasche

Nr. 8. mit 0·5 Procent Chlorammonium versetzt und Calciumnitrat = 10·7 ccm Indigo.

In derselben trat Trübung ein, sowie starke Reaction auf salpetrige Säure.

Der Indigoverbrauch ging von 10·7 auf 8·8 ccm herunter.

Eine letzte Flasche

Nr. 9 wurde mit 0·005 Procent Chlorammonium versetzt. Auch in dieser trat Trübung ein, Oxydation zu salpetriger Säure oder Salpetersäure fand nicht statt. Nach weiterem viertägigen Stehen wurden sämmtliche Flaschen einer erneuten Prüfung unterzogen und zeigte sich, dass keine Aenderung mehr in den Reactionen eingetreten war, nur in 8 war der Indigoverbrauch noch auf 7·6 ccm zurückgegangen.

Es ging aus diesen Versuchen hervor, dass eine Oxydation des Ammons zu salpetriger Säure durch die Bacterienart ι unter den Verhältnissen, wie sie bei dem Versuche obwalteten, nicht hervorgerufen werde, bei Gegenwart von Salpetersäure dahingegen stets starke Reduction desselben zu salpetriger Säure und Ammoniak. Es ging ferner aus den Versuchen hervor, dass ein Zusatz von 1 ccm der Ammoncarbonatlösung zu 100 ccm Nährflüssigkeit, welcher einem Gehalt von 0·2 Procent entspricht, eine Vermehrung dieser Bacterien verhindere, während ein Zusatz von 0·5 Procent Ammonchlorid noch ohne hinderlichen Einfluss auf die Vermehrung sei. Auffallend mag in den Resultaten zunächst der Umstand erscheinen, dass der Verbrauch an Indigo mit dem Auftreten von salpetriger Säure in den Lösungen oft in erheblichem Maasse zunimmt, obgleich die Bildung der salpetrigen Säure mit einem entsprechenden Verlust an Salpetersäure verknüpft ist. Erklärt wird dieses dadurch, dass die salpetrige Säure in weit stärkerem Maasse auf Indigo einwirkt, als Salpetersäure. Ich stellte dieses durch einen Versuch fest, indem ich äquivalente Mengen der beiden Kalisalze in je einem Liter destillirten Wassers löste und diese Lösungen mit Indigo prüfte.

5 ccm der salpetersauren Kalilösung gebrauchten = 5·4 ccm Indigo,
5 ccm „ salpetrigsauren „ „ = 9·5 ccm „

In der Lösung Nr. 4 war hiernach alle Salpetersäure in salpetrige Säure übergeführt. Nach der Formel:

$$\frac{5\cdot4}{9\cdot5} = \frac{6\cdot5}{x};\ x = 11\cdot4$$

entsprechen die 6·5 ccm Indigo, welche die zugesetzte Salpetersäure gebraucht hatte, 11·4 ccm Indigo, wenn man die der Salpetersäure äquivalente Menge salpetriger Säure dafür einsetzt und in Wirklichkeit hatten wir 11·6 ccm gebraucht.

Die Lösungen 5 und 6 zeigen indessen, dass solches Verhalten nicht constant ist, bez. sein kann, da wir aus einem früheren Versuch bereits

ersahen, dass die salpetrige Säure auch weiter zu Ammoniak reducirt wird. Es kann somit höchstens den Anschein gewinnen, dass die Reduction zu Ammoniak erst dann beginnt, wenn alle Salpetersäure bereits in salpetrige Säure übergeführt ist, und dass bei gleichzeitiger Anwesenheit von Ammoniak und Salpetersäure zunächst der Stickstoff des ersteren durch ι assimilirt wird, die Salpetersäure aber hierbei reducirt wird.

Nachdem ich durch diese Versuche für die Bacterienart ι die Bedingungen im Wesentlichen festgestellt hatte, unter welchen sie sich in einer künstlichen Nährsalzlösung rasch vermehrt, konnte ich daran gehen, vergleichende Versuche mit den anderen Bacterienarten anzustellen und wurden die vorerwähnten 12 Reinculturen gleichzeitig in Arbeit genommen.

Zunächst wurden sie in eine Lösung geimpft, welche als Stickstoffsubstanz einen Zusatz von Calciumnitrat = 6 ccm Indigolösung erhielt, im Uebrigen wie die vorher angewandte zusammengesetzt war.

Nach zweitägigem Stehen im Brutschrank bei 30° zeigten die mit α, β, γ, δ, ε und ι geimpften Flaschen starke Trübung, die Schimmelpilze ζ und η waren zu ansehnlicher Grösse herangewachsen, während ϑ, $\varkappa$, λ und μ keine wahrnehmbare Aenderung in den Lösungen hervorgerufen hatten. Die Parallelversuche, bei welchen gleichzeitig auch Ammoncarbonat der Lösung zugesetzt war, hatten ganz dasselbe Ergebniss.

In beiden Versuchsreihen ergab die Prüfung mit Jodamylum, dass nur in den mit α und ι geimpften Lösungen salpetrige Säure vorhanden war.

Die Bestimmung der Salpetersäure ergab:

	Im 1. Versuch.	Im 2. Versuch.
für α	7·4 ccm Indigo	Verunglückt
„ β	Spuren	Spuren
„ γ	Spuren	Spuren
„ δ	6·0 ccm Indigo	6·0 ccm
„ ε	6·0 „ „	6·0 „
„ ζ	6·0 „ „	6·0 „
„ η	6·0 „ „	6·0 „
„ ϑ	6·0 „ „	6·0 „
„ ι	5·0 „ „	4·0 „
„ $\varkappa$	6·0 „ „	6·0 „
„ λ	6·0 „ „	6·0 „
„ μ	6·0 „ „	6·0 „

Es hatte durch β und γ fast vollständiger Aufbrauch der Salpetersäure ohne Reduction derselben zu salpetriger Säure stattgefunden. Während

Diphenylamin noch deutliche Blaufärbung hervorrief, trat die sehr empfindliche Reaction mit Jodamylum nicht ein. Durch δ, ε, ζ und η war, trotzdem die Trübung eine starke Vermehrung anzeigte, bez. bei den Schimmelpilzen deren bedeutende Zunahme, eine Aenderung in dem Salpetersäuregehalt nicht eingetreten. Die Bacteriearten ϑ, $\varkappa$, λ und μ schienen sich überhaupt nicht vermehrt zu haben.

Bei einem weiteren Versuch wurden 0·1 Procent Harnstoff als Stickstoffsubstanz angewandt und war das Verhalten jetzt insofern ein analoges, als Trübung bez. Vermehrung auch nur bei denjenigen Arten eintrat, bei welchen solches auch vorher beobachtet war. Eine Bildung von Ammoniak war durch α und ι hervorgerufen worden, welche vorher reducirend gewirkt hatten, ausserdem aber auch durch β und ε. Salpetrige Säure war in keiner der Versuchslösungen nachweisbar.

Bei einem vierten Versuch endlich mit Ammoncarbonat als Stickstoffsubstanz, trat ebenfalls bei allen Arten ausser ϑ, $\varkappa$, μ und ν Vermehrung ein, ohne dass auch nur in einem Falle salpetrige Säure gebildet worden wäre.

Das Ergebniss dieser Versuche war, dass vier unter den zwölf in Arbeit genommenen Bacterienarten in solchen künstlichen Nährlösungen sich nicht vermehrten, oder wenigstens so langsam, dass sie für die vorliegende Frage nicht in Betracht kommen konnten. Unter den acht Arten, welche sich vermehrten, waren zwei:

α und ι, welche Salpetersäure zu salpetriger Säure und Ammoniak reducirten, Harnstoff in kohlensaures Ammon überführten;

eine Art β, welche Salpetersäure ohne Reduction zu salpetriger Säure aufbrauchte und Harnstoff in Ammonsalze verwandelte;

eine Art γ, welche ebenfalls Salpetersäure ohne Reduction aufbrauchte, aber Harnstoff nicht in Ammon überführte;

eine Art δ, welche in keiner Weise eine Einwirkung auf Stickstoffsubstanzen erkennen liess;

eine Art ε, welche Salpetersäure auch unverändert liess, aber Harnstoff in Ammonsalz umsetzte;

zwei Schimmelpilze η und ζ, welche eine Einwirkung auf Stickstoffsubstanzen nicht erkennen liessen.

Es herrscht, wie aus Vorstehendem schon ersichtlich, unter den verschiedenen Arten von Bacterien eine grosse Mannigfaltigkeit bezüglich ihrer Einwirkung auf die Substrate und überhaupt in Bezug auf die Ansprüche, welche sie an dieselben stellen. Nicht nur dass die eine Bacterienart sich in einem beliebigen Substrat ausserordentlich schnell, die andere nur sehr langsam oder gar nicht vermehrt, wir sehen auch, wie unter den Arten, welche sich vermehren, die einen erhebliche Mengen Stickstoffsubstanzen verschlingen, während andere derselben kaum zu bedürfen

scheinen; hier sehen wir einen Aufbruch des Salpeters unter gleichzeitiger Bildung von salpetriger Säure, dort einen Aufbruch ohne Reduction der Salpetersäure. Mit keiner der in Arbeit genommenen Arten von Bacterien war es mir indessen gelungen, eine oxydirende Wirkung zu erzielen, was deshalb auffallend war, weil sich zwei Arten λ und μ unter ihnen befanden, welche aus Erde stammten und in dieser in grösster Anzahl vorhanden gewesen waren. Ich vermuthete deshalb, dass es lediglich an der Versuchsanordnung liege, wenn durch diese keine Oxydation des Ammoniaks hervorgerufen war und glaubte, dass vor Allem Verhältnisse geschaffen werden müssten, welche der Luft einen freieren Zutritt gestatteten. Ich goss zu diesem Zwecke die sterilisirte Nährlösung in flache Schalen aus und impfte sie mit λ und μ. Doch selbst nach dreitägigem Stehen im Brutschrank war noch nicht die geringste Veränderung in derselben wahrzunehmen, keine Spur von salpetriger Säure nachzuweisen. Auch als ich die Schalen mit sterilisirtem Sand oder Bimsteinstückchen füllte und mit der geimpften Nährlösung durchtränkte, trat kein Erfolg ein. Ebensowenig erreichte ich eine Oxydation des Ammons, als ich die Zusammensetzung der Nährlösung änderte, indem ich derselben statt Zucker weinsaures Ammon zusetzte. Es war auf keine Weise möglich, mit diesen beiden Arten überhaupt eine nachweisbare Umsetzung in den Substraten hervorzurufen.

Auf anderem Wege kam ich dann zu diesem Ziele. Ich hatte ein Becherglas und zwei Glaskolben mit je 50 grm Gartenerde beschickt, mit 500 ccm Wasser übergossen und dem Becherglas *a* und dem Kolben *b* je 1 grm trockenen Ammoncarbonats zugefügt. Nachdem ich häufig umgeschüttelt und dann absetzen hatte lassen, bestimmte ich mit Indigolösung die aus der Erde in Lösung übergegangene Menge Salpetersäure.

a) gebrauchte 5 ccm Indigolösung auf 5 ccm der Lösung,

b) „ 4·2 ccm „ „ „ „ „

c) (der Kolben ohne Ammoncarbonat) gebrauchte 4·6 ccm Indigolösung, in *c* gab Nessler's Reagens deutliche Ammonreaction, in allen drei Lösungen waren Spuren von salpetriger Säure vorhanden. Am nächsten Tage hatte die Menge der salpetrigen Säure ausserordentlich zugenommen, nach vier Tagen war sie in *a* und *b* verschwunden. Eine Prüfung mit Indigo ergab, dass auch keine Salpetersäure in diesen Lösungen mehr vorhanden war, *c* nur noch 2 ccm Indigolösung zur Blaufärbung gebrauchte. Es hatte mithin auch hier Reduction der Salpetersäure stattgefunden.

Nachdem diese Lösungen 14 Tage bei Zimmertemperatur gestanden, nahm ich eine neue Prüfung derselben vor und gaben jetzt *a* und *b* wieder ausserordentlich starke Reaction mit Jodamylum, in *c* war dieselbe verschwunden.

Die Bestimmung mit Indigo ergab für:

a) einen Verbrauch von 26·5 ccm Indigo auf 5 ccm der Lösung,

b) „ „ „ 6·5 „ „ „ „ „ „

in *c* war Salpetersäure nicht mehr vorhanden.

Jetzt hatte ich also eine Flüssigkeit vor mir, in welcher lebhafte Oxydation stattfand, und es musste gelingen, die Mikroorganismen zu finden, welche diese Wirkung ausübten. Die Flüssigkeitsschicht sah vollkommen klar aus, doch sah man mit blossem Auge auf der Oberfläche derselben eine zarte, schwach irrisirende Haut, welche, wie die mikroskopische Prüfung ergab, lediglich aus dicht aneinander liegenden Bacterien bestand.

An Stellen, wo diese Haut etwas zerrissen war, zeigte sich unter dem Mikroskop ein ausserordentliches Leben, indem hier Amöben, Vorticellen und andere ihnen verwandte Arten der niederen Organismen in einer Zahl, wie ich sie bis dahin noch nicht wahrgenommen hatte, ihr Wesen trieben.

Es wurde vermittelst Plattenculturen die Reinzüchtung der diese Haut bildenden Bacterienarten vorgenommen und zwei Arten aus derselben gewonnen, welche ich kurz charakterisiren will, da sie wahrscheinlich in der Erde weitverbreitet vorkommen.

Weitaus am zahlreichsten bildeten sich in den Platten kleine runde Colonieen, dem blossen Auge, wenn sie in der Tiefe wuchsen, als unscheinbare Pünktchen sichtbar, während sie an die Oberfläche gelangt, sich bis zur Grösse eines Stecknadelknopfes ausbreiteten und wenig milchig getrübt erschienen. Mit schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskop betrachtet boten diejenigen, welche die Oberfläche nicht erreicht hatten, das Aussehen kleiner matt-gelber, glatter, runder Scheiben. Als Reagensglasstichculturen wuchsen sie in der Tiefe fast gar nicht, breiteten sich aber sehr langsam an der Oberfläche der Gelatine, ähnlich wie Typhuscolonieen, aus. Diese Colonieen bestanden aus kleinen zarten Stäbchen, in Form und Grösse nicht wesentlich unterschieden von den Finkler'schen.

Neben diesen fiel eine zweite Gruppe von Colonieen auf, welche, in der Grösse kaum von den ersteren unterschieden, sich durch lebhafte weisse Farbe dem blossen Auge kenntlich machten. Mit schwacher Vergrösserung betrachtet, zeigten sie fast alle eine mehr ovale Form und hatten eine mehr dunkelbraune Farbe. Als Reagensglasstichculturen waren sie von ersteren kaum zu unterscheiden.

Diese Colonieen bestanden aus kleinen Kokken, in Flüssigkeiten, z. B. Harn gezüchtet, längere Reihen bildend. Die erstere Art soll in Folgendem mit ϱ, die letztere mit σ bezeichnet werden.

Während ich noch mit der Darstellung dieser Reinculturen beschäftigt war, fand ich, dass auch Harn, welchen ich vor etwa drei Wochen in einem Becherglas aufgestellt hatte, starke Reaction mit Jodamylum gab. Es hatte somit auch in diesem Oxydation von Ammon zu salpetriger Säure stattgefunden, und schloss ich die Reinzüchtung der in diesem enthaltenen Mikroorganismen gleich an. Es fand sich von Bacterien ausschliesslich eine Art in demselben, welche in der Gelatineplatte zu kleinen, unter dem Mikroskop dunkelbraun gefärbt aussehenden runden Colonieen auswuchs. Als Stichcultur bildete sie an der Oberfläche einen dicken weissen Beleg, ähnlich wie Tetragonus. Es waren ebenfalls kleine zarte Stäbchen, welche ich mit φ bezeichnete.

Ausserdem fand sich in dem Harn eine Hefeart, die in der Gelatine ähnlich wie Schimmelpilze mit strahlenförmigen Fäden auswuchs und im Folgenden mit χ bezeichnet ist.

Um vorläufig, bis die Herstellung dieser Reinculturen beendet war, festzustellen, dass die Haut, welche den Erdaufguss an seiner Oberfläche bedeckte, in der That die oxydirende Wirkung ausübe, machte ich einige Vorversuche in der Art, dass ich mit der Platinöse kleine Theilchen dieser Haut auf andere Substrate übertrug. Die Erwägung, dass ein solcher Erdaufguss verhältnissmässig arm sei an gelösten Kohlenstoffverbindungen im Vergleich zu den Mengen, welche unsere gewöhnlichen Nährsubstrate enthalten, dass aber auch in diesem der nitrificirenden Wirkung der Bacterien während der ersten Tage eine reducirende vorausgegangen war, die Nitrification erst begann, wenn in den künstlichen Nährlösungen bereits ein Stillstand in der nachweislichen Einwirkung auf das Substrat begann, veranlasste mich, zwei Parallelversuche zu machen mit einer Nährlösung, welche nur Salze, keine organischen Verbindungen enthielt und einer zweiten, welche, wie die vorher angewandten, Traubenzucker enthielt.

Es wurden daher Lösungen hergestellt:

I. aus 10 ccm Salzlösung,
„ 1 „ Zuckerlösung,
„ 1 „ Ammoncarbonatlösung,

auf 200 ccm mit destillirtem Wasser verdünnt, so dass dieselbe im Liter enthielt:

0·05 grm Kaliumphosphat,
0·01 „ Magnesiumsulfat,
0·05 „ Chlorcalcium,
1·0 „ Traubenzucker,
1·0 „ Ammoncarbonat,

und II. eine ebensolche Lösung ohne Traubenzucker.

Beide wurden auf je drei Bechergläser vertheilt, die Flüssigkeit durch Kochen sterilisirt und die Gläser in Glasglocken gestellt.

Ich hatte also:

I. *a*	mit Zucker	II. *a*	ohne Zucker.
b		*b*	
c		*c*	

Nach dem Abkühlen wurden I *a* und II *a* mit dem reducirenden ι geimpft,

I *b* und II *b* mit ι und einer kleinen Menge der Bacterienhaut von dem Erdaufguss,

I *c* und II *c* nur mit der Bacterienhaut.

Am folgenden Tage waren die Lösungen I *a* und I *b* stark getrübt und wurde deshalb schon jetzt eine Prüfung vorgenommen. Es wurde mit sterilisirten Pipetten jedem der Bechergläser so viel Flüssigkeit entnommen, wie zu einer Prüfung mit Jodamylum eben nothwendig war.

In I *a* und I *b*, in welchen die Trübung eine starke Vermehrung anzeigte, war keine Oxydation eingetreten;

in I *c* trat sofort auf Zusatz des Jodamylums starke Blaufärbung ein;

in II *a* trat ganz schwache Bläuung ein,

in II *b* und II *c* sofort starke Reaction.

Nach dreitägigem Stehen gaben sämmtliche sechs Lösungen Reaction mit Jodamylum:

I *a* und II *a* nur sehr unbedeutend,

II *b* und II *c* weitaus stärker als die anderen.

Nach sechstägigem Stehen wurde eine Bestimmung mit Indigo vorgenommen:

I *a* gebrauchte	—ccm	Indigo,	II *a* gebrauchte	—ccm	Indigo,
b "	0·9 "	"	*b* "	1·3 "	"
c "	0·8 "	"	*c* "	1·6 "	"

Nach abermaligem viertägigem Stehen ergab eine Wiederholung der Bestimmung für:

I *a*	—ccm	Indigo,	II *a*	—ccm	Indigo,
b	4·8 "	"	*b*	3·2 "	"
c	1·4 "	"	*c*	5·5 "	"

Trübung war nur in den Bechergläsern I *a* und I *b* eingetreten, wo eine Vermehrung des ι in zuckerhaltiger Lösung stattgefunden hatte; in I *b* war die Trübung schliesslich fast wieder verschwunden.

Die anderen Flüssigkeiten blieben bis zum Schluss klar, nur an der Oberfläche hatten sich ganze Lappen von Bacterienhaut gebildet, die zum Theil zu Boden sanken.

Es wurde hierauf sämmtlichen Flüssigkeiten etwas sterilisirte Traubenzuckerlösung zugefügt und nach zwei Tagen wieder auf salpetrige Säure geprüft.

In I *a* und II *a* war die schwache Reaction verschwunden, ebenso in I *c*, in welchem starke Trübung eingetreten war, so dass auf Verunreinigung mit einer anderen Bacterienart geschlossen werden musste. In II *b* trat nur noch schwache Reaction ein, dieselbe war auch am nächsten Tage verschwunden, während sie in II *c* noch gleich stark eintrat.

Weiter konnte der Versuch nicht fortgesetzt werden, da die Flüssigkeiten aufgebraucht waren.

Ausserordentlich auffallend war das Ergebniss dieses Versuches in der Hinsicht, dass eine Vermehrung der Bacterien in einer Flüssigkeit eingetreten war, welche keine organischen Verbindungen, sondern nur Salze enthielt. Ein unansehnliches, kaum sichtbares Pünktchen von Bacterienzooglöen hatte sich im Verlaufe von zehn Tagen so stark vermehrt, dass die ganze Oberfläche der Lösung von einer dicken Haut bedeckt war. Es gilt bekanntlich für einen der wesentlichsten Grundsätze der Pflanzenphysiologie, dass nur chlorophyllführende Pflanzen Kohlensäure zu assimiliren vermögen, alle anderen aber, wie also auch die chlorophyllfreien Bacterienarten zu ihrer Fortpflanzung vorgebildeter organischer Substanzen bedürfen. Ob und wie das Ergebniss des geschilderten Versuches mit dieser herrschenden Ansicht in Uebereinstimmung zu bringen sei, musste vorläufig dahingestellt bleiben. Thatsache ist, dass die Vermehrung, soweit sie sich durch die oxydirende Wirkung ausdrückte, eine weitaus stärkere in den Lösungen war, welche keinen Traubenzucker enthalten hatten, als in denen, in welchen Zucker vorhanden war. Sie trat ebenso energisch in einer Lösung auf (Nr. I *b*), welche anfänglich Zucker enthalten hatte, nachdem dieser nachweislich sämmtlich durch die Bacterienart *ι* aufgebraucht war.

Das Resultat dieses Versuches war für uns aber auch in anderer Weise wichtig. Wir sehen, dass die reducirende Bacterienart *ι* in Lösungen, welche keine Kohlenwasserstoffe enthalten, sich nicht zu vermehren vermag, dass sie aber in zuckerhaltigen Nährlösungen auch dann die Ueberhand gewinnt, wenn sie gleichzeitig mit oxydirenden Arten eingeimpft ist, und dass sie dann den letzteren durch Aufbrauch der Kohlenwasserstoffe gleichsam das Terrain freimacht. Sobald neue Mengen Zucker zugesetzt wurden, gewann die reducirende Art wieder die Oberhand und reducirte die gebildete Salpetersäure wieder zu Ammoniak. Wenn der Zucker von *ι* aufgebraucht war, so trat auch in den Nährlösungen, in welchen nur *ι* zugegen war, schwache salpetrige Säurereaction ein, doch blieb diese immer sehr schwach.

Um den Einfluss des Zuckers für die Bacterienart ι sicher zu stellen, genügte folgender einfache Versuch. Es wurde in der üblichen Weise eine Nährlösung mit Ammoncarbonat als Stickstoffsubstanz hergestellt und derselben im einen Falle *a* 1 ccm Zuckerlösung zugesetzt, im andern Falle *b* 10 ccm und beide Lösungen dann mit ι geimpft. Nach drei Tagen gab Jodamylum in *a* schwache Reaction und es liess sich mit Fehling'scher Lösung leicht nachweisen, dass kein Zucker mehr in derselben vorhanden sei. Es wurde wieder $^1/_2$ ccm sterilisirte Zuckerlösung zugesetzt, worauf am nächsten Tage die Jodamylumreaction verschwunden war, um nach zwei Tagen auf's Neue aufzutreten. In *b* konnte selbst nach achttägigem Stehen keine Spur von salpetriger Säure nachgewiesen werden.

Es wurden nun die Versuche mit den Reinculturen, welche aus dem Erdaufguss und aus dem oxydirten Harn gewonnen waren, in ähnlicher Weise wiederholt. Ich impfte ϱ, σ, φ und χ in zuckerhaltige und zuckerfreie Nährlösungen und fand, dass es jetzt drei Tage dauerte, bis eine deutliche salpetrige Säure-Reaction auf Zusatz von Jodamylum eintrat. Nach sechs Tagen war dieselbe erheblich stärker, doch liess sich eine Bestimmung mit Indigo nicht ausführen. Ein Unterschied im Wachsthum war nicht zu beobachten, ob nun in zuckerhaltige oder zuckerfreie Lösungen geimpft wurde. Um sicher zu gehen, dass nicht beim Impfen der nicht zuckerhaltigen Nährlösungen etwas von der Nährgelatine mit in die Lösungen übertragen wurde, sowie auch, um von einer möglichst geringen Zahl von Bacterien auszugehen, wurden zwei weithalsige Flaschen mit einer Nährlösung, die aus 10 ccm der Salzlösung, 1 ccm der Ammoncarbonatlösung und 200 ccm destillirten Wassers zusammengesetzt war, in der Weise geimpft, dass ich zunächst in zwei Fläschchen mit je 10 ccm sterilirten Wassers mit der Platinnadel möglichst wenig von den Culturen ϱ und φ übertrug und nach kräftigem Umschütteln von dieser Flüssigkeit einen Tropfen in die Nährlösung brachte. Es wurde direct nach der Impfung durch Plattenculturen constatirt, dass im Ganzen von ϱ 28600 Keime von φ 52800 Keime eingeimpft waren, was für erstere 286 Keime für den Cubikcentimeter für φ 528 Keime für den Cubikcentimeter ausmachte. Nach dreitägigem Stehen im Brutschrank bei 30° gab in beiden Lösungen Jodstärke sofort deutliche Reaction, in der mit ϱ geimpften Flasche etwas stärker. Es wurde nun festgestellt, welcher Vermehrung der Bacterien diese Reaction entspreche. Nachdem die Lösung gut umgeschüttelt war, wurde ein Tropfen davon in 100 ccm sterilisirten Brunnenwassers gebracht, die Flüssigkeit durch starkes Bewegen ordentlich gemengt und nun von dieser mit je 1 ccm Plattenculturen angefertigt. Dieselben ergaben durchschnittlich 8000 Colonieen, die dem $^1/_{100}$ Theil eines Tropfens entsprechen; ein Tropfen enthielt demnach

800000 Keime und ein Cubikcentimeter 20 Millionen. Es hatte mithin innerhalb zweier Tage eine Vermehrung von 286 Keimen im Cubikcentimeter auf 20 Millionen stattgefunden. Nach sechs Tagen hatte die salpetrige Säure-Reaktion an Stärke erheblich zugenommen, ohne dass indessen eine Bestimmung mit Indigolösung möglich gewesen wäre, welche erst mit einem Verbrauch von 0·8 bis 0·1 ccm Resultate liefert. Ich fand jetzt im Cubikcentimeter nur noch zwei Millionen Bacterien.

Um zu prüfen, ob diese Bacterienarten in allen Nährlösungen oxydirende Wirkungen ausüben, wurden dieselben in sterilisirten Harn (1:5) und in verdünntes Fleischwasser 1:10 geimpft und zeigte sich, dass auch in diesen nach ein- bis zweitägigem Stehen Jodamylum starke Reaction gab. Ihnen kamen demnach ausschliesslich oxydirende Eigenschaften zu, welcher Art auch das Substrat war, in welchem sie gezüchtet wurden. Die bekannten Bacterienarten Heubacillus, Micrococcus prodigiosus, die Finkler'schen Bacterien, sowie die pathogenen, wie Milzbrand, Typhus, Tetragonus etc., zeigten fast alle in den aus Nährsalzen und Zucker hergestellten Lösungen kein wahrnehmbares Wachsthum, so dass in solchen Lösungen eine Prüfung derselben auf ihr Verhalten zu Stickstoffsubstanzen nicht möglich war. Als geeigneter erwies sich dazu mit der vierfachen Menge Wassers verdünnter Harn. Einen Unterschied, ob ich denselben neutralisirt oder schwach sauer anwandte, konnte ich nicht wahrnehmen. Der Harn wurde in sterilisirte 50 ccm Fläschchen gebracht und im Dampfapparat mehrere Tage hintereinander etwa 20 Minuten lang auf 100° erhitzt, wobei derselbe, wenn er nicht neutralisirt wurde, in der Regel klar blieb, während im anderen Falle meist eine Trübung erfolgte, in Folge der Ausscheidung von phosphorsauren Salzen, die sich bei nachherigem Stehen rasch absetzten und eine klare Flüssigkeit hinterliessen.

Es wurden geimpft die Flaschen

1	und	2	mit	Microc. prodigiosus
4	„	5	„	Miller'schen Bacterien
7	„	8	„	wurzelförmigen Bacterien
10	„	11	„	Käsespirillum
13	„	14	„	Heubacillus
16	„	17	„	Bacillen des grünen Eiters
19	„	20	„	Pneumonie-Kokken
22	„	23	„	Finkler'schen Bacterien.

Die Flaschen 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 und 24 blieben zur Controle ungeimpft. Nach vierundzwanzigstündigem Stehen im Brutschrank waren die geimpften Flaschen alle stark getrübt, ausser 10, 11 und 22, 23,

die auch nach sechstägigem Stehen nur wenig getrübt erschienen. Die Controlflaschen waren bis auf eine klar geblieben. Die Prüfung mit Jodamylum hatte folgendes Resultat, wobei ich für eine starke Reaction zwei Kreuze, für schwächere ein Kreuz und für negatives Resultat ein Minuszeichen anwenden werde.

Microc. prodigiosus	1. ++;	2. ++
Miller'sche Bacterien	4. ++;	5. ++
Wurzelförmige Bacterien	7. + ;	8. +
Käsespirillum	10. ++;	11. ++
Heubacillus	13. – ;	14. –
Bacterien der grünen Eiters	16. – ;	17. –
Pneumonie	19. ++;	20. –
Finkler'sche Bacterien	22. ++;	23. ++.

Die Resultate waren übereinstimmend ausgefallen, ausser bei den mit Pneumonie geimpften.

Eine weitere Prüfung ergab für

Pneumonie	– ;	– .
Heubacillus	– ;	– .
Typhus	++;	++.
Milzbrand	++;	++.
Brieger'sche Bacterien	– ;	– .
Staphyl. citreus	++;	++.

Da es oft schwierig ist, sich durch die mikroskopische Prüfung allein zu überzeugen, dass man noch eine Reincultur der eingeimpften Art vor sich hat, so wurde bei einem weiteren Versuch von anderen Reinculturen ausgegangen, welche zu folgendem Resultat führten.

Tetragonus	– ;	– ;	– .
Staphylococcus aur.	– ;	– ;	– .
Microc. Prodigiosus	++;	++;	++.
Miller'sche Bacterien	– ;	– ;	– .
Pneumonie	– ;	– ;	– .
Brieger'sche Bacterien	++;	++;	++.

Von den zur Untersuchung gelangten hatten demnach Micrococcus prodigiosus, Wurzelförmiger, Käsespirillum, Finkler'sche Bacterien, Typhus, Milzbrand, Staphylococcus citr. zur Bildung von salpetriger Säure im Harn geführt.

Heubacillus, grüner Eiter, Pneumonie, Staphylococcus aureus hatten starke Trübung hervorgerufen, ohne salpetrige Säure zu bilden. Die Brieger'schen und Miller'schen Bacterien hatten bei Anwendung verschiedener Culturen zu widersprechenden Resultaten geführt. Eine Wiederholung des Versuches ergab für Miller'sche Bacterien wieder ein negatives Resultat, während die Brieger'schen auch diesmal schwach oxydirten.

Es schien zwar von Interesse, möglichst für alle bekannten Bacterienarten festzustellen, welche Wirkungen sie auf die Stickstoffbestandtheile des Harns ausüben, doch würde eine solche eingehende Untersuchung nicht in den Rahmen dieser Arbeit passen, welche in erster Linie solche Bacterienarten zu berücksichtigen hatte, die bei den Reinigungsprocessen, wie sie im Erdreich vor sich gehen, bei den Umsetzungen, welche im Wasser noch stattfinden, eine Rolle spielen. Von Wichtigkeit schien es mir daher noch, solche Bacterienarten zu untersuchen, welche bei der freiwilligen Fäulniss des Harns auftreten und dessen alkalische Reaction herbeiführen. Dass es eine bestimmte Art sei, namentlich der in den meisten Büchern figurirende Micrococcus ureae, schien mir nicht wahrscheinlich, da ich bei der mikroskopischen Untersuchung von faulendem Harn fast ausschliesslich immer Stäbchenformen von verschiedener Grösse gefunden hatte.

In einem Harn, der mehrere Wochen in einer mit Baumwollepfropf versehenen Kochflasche gestanden hatte, und rothes Lakmuspapier stark bläute, aber noch keine salpetrige Säure enthielt, fand ich zwei Arten von Bacillen, von welchen die einen die Gelatine mit grüner Farbe verflüssigten, die anderen eine farblose Verflüssigung herbeiführten. Beide wurden in sterilisirten Harn geimpft und bewirkten nun auch in diesem schnell eine Umsetzung des Harnstoffs in Ammoncarbonat.

In einem anderen Harn, der ebenfalls stark alkalisch geworden war, und mit Jodamylum starke Reaction auf salpetrige Säure gab, fand ich ebenfalls eine Stäbchenart, welche die Gelatine verflüssigte, die aber in sterilisirten Harn geimpft, in diesem salpetrige Säure erzeugte. Es ist wohl nicht ausgeschlossen, dass es manchmal auch Kokken sein können, welche den Zerfall des Harnstoffs in Ammoncarbonat bewirken, doch dürfte dies eher eine Seltenheit, als die Regel sein.

Auch der Ansicht, welche Schlösing und Müntz aussprechen, dass sich in der Luft Bacterien mit nitrificirenden Eigenschaften nicht fänden, muss entgegengetreten werden.

Wenn wir ein Becherglas mit stark verdünntem sterilisirtem Harn (etwa 1 : 50) offen aufstellen, wird derselbe stets nach etwa acht Tagen salpetrige Säure und Salpetersäure enthalten. Es werden sich dann Bacterienarten in demselben finden, welchen ebensolche nitrificirende

Eigenschaften zukommen, wie der Art, welche Schlösing und Müntz in der Erde gefunden haben.

Die Frage, wenn oxydirende oder nitrificirende Vorgänge, und wenn reducirende Processe in der Natur durch die Bacterien hervorgerufen werden, findet nun leicht ihre Beantwortung. Dass Pasteurs Anaerobium in dieser Hinsicht unhaltbar ist, geht schon daraus hervor, dass man den Bacillus ι z. B. in flachen Schalen in zuckerhaltiger Lösung züchten darf, er wird doch stets Salpetersäure zu Ammoniak reduciren, nie aber Ammoniak zu Salpetersäure oxydiren. Es giebt Arten von Bacterien, welchen reducirende, und Arten, welchen oxydirende Eigenschaften zukommen. Wenn beide nun, wie es in der Natur in der Regel der Fall sein wird, zusammen in irgend ein Substrat gelangen, so wird es von der Beschaffenheit desselben abhängen, welche von den beiden Arten die Oberhand gewinnt. Ueberall da, wo die Bacterien einen guten Nährboden finden, in concentrirtem oder nicht zu stark verdünntem Harn, in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, in Fleischsäften, überhaupt überall da, wo grössere Mengen organischer Substanzen sind, werden die reducirenden Bacterien überhand nehmen, und nur da, wo letztere nicht mehr einen hinreichend günstigen Nährboden finden, um sich rasch vermehren zu können, werden die oxydirenden Bacterien die Oberhand gewinnen. Folgende Versuche mögen zum Beweise dienen.

Es wurde Harn mit der 5fachen Menge, mit der 25fachen Menge und mit der 100fachen Menge Wassers verdünnt, und in offenen Bechergläsern aufgestellt; ebenso Harn, welcher zuvor schwach alkalisch gemacht war, in denselben Verdünnungen. Nach drei Tagen gaben die Verdünnungen 1 : 100 mit Jodamylum starke Reaction auf salpetrige Säure, die anderen Flüssigkeiten waren stark getrübt und gaben keine Reaction. Nach sechs Tagen trat auch in dem mit der 25fachen Menge Wassers verdünnten Harn Reaction ein, welche nun rasch erheblich zunahm; in der am wenigsten verdünnten Flüssigkeit war nach zwölf Tagen die erste Spur von salpetriger Säure nachweisbar. Es wurde einem Harn, welcher längere Zeit gestanden hatte und grosse Mengen von salpetriger Säure enthielt, eine geringe Quantität frischen sterilisirten Harns zugefügt, einer anderen Probe etwas Zuckerlösung, einer dritten etwas Fleischinfus, in allen Fällen war am nächsten Tage keine salpetrige Säure mehr vorhanden.

Ganz ebenso verhielt sich Fleischinfus, als ich es in verschiedenen Verdünnungen offen aufstellte.

Es wurde ferner Harn *a* 1 : 5, *b* 1 : 25 und *c* 1 : 125 mit einer Spur Erde geimpft, welche stark nitrificirende Eigenschaften gezeigt hatte. Nach dreitägigem Stehen bei einer Temperatur von 8 bis 14° C. waren *a* und *b* ziemlich stark, *c* kaum getrübt, in *a* und *b* gab Jodamylum deutliche

Reaction, in *c* nur ganz schwache. Am nächsten Tage aber schon war in *a* und *b* die salpetrige Säure vollständig verschwunden, während sie in *c* zugenommen hatte. Da mit der Erde eine sehr grosse Zahl von oxydirenden Bacterien in die Flüssigkeiten gekommen war, hatte es bei der niederen Temperatur drei Tage gedauert, bis die reducirenden die Oberhand gewannen. Nach acht Tagen war in *a* noch keine Spur von salpetriger Säure, in *b* etwas und in *c* sehr viel.

Dasselbe Resultat erhielt ich, als ich Fleischwasser, welchem ich etwas Ammoncarbonat zusetzte, in den Verdünnungen 1 : 10 und 1 : 100, sowie eine Nährsalzlösung, im einen Falle mit 1 ccm Zuckerlösung, im anderen mit 10 ccm Zuckerlösung mit derselben Erde impfte.

In der concentrirteren Fleischwasserlösung und in der stark zuckerhaltigen Nährlösung war nach acht Tagen keine Oxydation des Ammons zu salpetriger Säure eingetreten, in den verdünnteren Lösungen dagegen starke.

Anders verhält es sich dahingegen, wenn keine andere Stickstoffsubstanz als Salpetersäure zugegen ist, so dass die Bacterien gezwungen sind, ihren Stickstoff dieser zu entnehmen. Dass dieses dann auch unter Bildung von salpetriger Säure geschieht, muss immerhin auffallend erscheinen.

Ebenso wird durch die oxydirenden Bacterien alle gebildete Salpetersäure rasch wieder reducirt, wenn wir den Zutritt der Luft verhindern.

Legen wir uns nun die Frage von Neuem vor, von welcher wir bei unserer Betrachtung ausgegangen waren, wie wir es uns zu erklären haben, dass beim Stehen stark verunreinigten Wassers der Gehalt von salpetriger Säure in demselben zunächst ausserordentlich zunimmt, schliesslich aber wieder abnimmt und ganz verschwindet, so werden wir dieselbe dahin beantworten müssen: Anfangs, so lange das Wasser reich ist an organischen Substanzen, tritt unter Assimilirung des Ammons theilweise Reduction der Salpetersäure zu salpetriger Säure ein, nach einigen Tagen beginnt dann Oxydation, welche die salpetrige Säure wieder in Salpetersäure überführt. Hierin würde zugleich der Grund liegen, wenn wir im Wasser, welches einige Wochen gestanden hat, andere Bacterienarten finden als anfangs. Vermehrt man die organische Substanz in dem Wasser durch Zufügen von wenig Traubenzucker oder Fleischwasser, so wird sämmtliche Salpetersäure reducirt.

Welche Nutzanwendung für die Praxis können wir nun aus den vorstehenden Untersuchungen ziehen?

Man hört von Laien nur gar zu häufig das Urtheil, warum soll ein Wasser, welches grössere Mengen Salze enthält, schädlich sein, oder was sollen ein paar Bacterien mehr oder weniger schaden, nimmt man doch bekanntlich in der sauren Milch und anderen Speisen deren eine ungleich grössere Menge zu sich.

Gerade die Stadt Hanau, die kaum einen einzigen öffentlichen Brunnen besitzt, den man mit gutem Gewissen unbeanstandet lassen könnte, während die grösste Zahl derselben die für Trinkwasser festgesetzten Grenzzahlen weitaus überschreitet, ohne dass hier ein anderer Grund als die Verunreinigung mit Stadtlauge vorläge, hat sich stets sehr renitent gegen alle Bestrebungen für eine bessere Wasserversorgung verhalten. Ist doch statistisch festgestellt, dass in Hanau nur in grossen Intervallen Krankheiten epidemisch aufgetreten sind, und sieht man doch, dass Städte, welche mit vorzüglichen Wasserleitungen versehen sind, deshalb nicht von Epidemieen verschont bleiben.

Die Hygiene ist im Verlaufe der wenigen Jahre, während welcher sie sich mit Erfolg entwickeln konnte, noch nicht so weit gediehen, dass sie alle Einwände, die in dieser Hinsicht gemacht werden können, mit Thatsachen zu widerlegen im Stande wäre. Wenn auch das Studium der epidemischen Krankheiten noch nicht zu dem Ziele geführt hat, dass wir uns über ihre Entstehung und Verbreitung vollauf Rechenschaft zu geben vermöchten, so sollten wir doch in der Praxis gleichen Schritt halten mit den Fortschritten, welche die Hygiene auf diesem Gebiet macht.

Es ist in Vorstehendem wiederholt darauf hingewiesen, und es kann diese Anschauung kaum einem Zweifel begegnen, dass ein schlechtes Wasser ein weitaus besseres Substrat für Bacterien abgiebt, als ein gutes, sahen wir doch, dass sich in stark verunreinigten Wässern beim Stehen noch Vorgänge abspielten, die wir mit unseren chemischen Reagentien zu verfolgen im Stande waren, während dieses bei gutem Wasser nicht der Fall ist. Wenn nun auch thatsächlich das Wasser für pathogene Bacterien ein so schlechtes Substrat abgiebt, dass wir es hundert Mal mit solchen Bacterien impfen können, ohne dass eine Vermehrung stattfindet, so kann doch im 101. Falle eine Vermehrung eintreten, und sie wird um so leichter eintreten, je mehr Nährmaterial ein Wasser enthält.

Unter vielen Versuchen, die ich in dieser Hinsicht mit Typhusbacillen anstellte, die fast alle ein negatives Resultat ergeben hatten, waren einige, bei welchen eine Vermehrung der eingeimpften Keime zweifellos erschien.

In einem Falle waren zwei durch halbstündiges Erhitzen auf 150° sterilisirte Flaschen mit je 40 ccm eines Brunnenwassers aus dem Hofe des hygienischen Instituts beschickt und dieses nach dem Sterilisiren mit nicht sporenhaltigen Typhusbacillen geimpft worden, indem ich von einer Strichcultur mit einer Platinnadel möglichst wenig von der Bacterienschicht abhob und dieses an der inneren Wand der Flaschen abstrich.

Nach 16 tägigem Stehen im Brutschrank bei einer Temperatur von 37° C. nahm ich eine Untersuchung vor. Die Flüssigkeiten sahen vollkommen klar aus. Doch hatte sich durch das längere Erhitzen des

Wassers beim Sterilisiren in beiden Flaschen ein äusserst zarter Bodensatz gebildet. Die directe mikroskopische Prüfung liess im oberen Theil der Flüssigkeiten keine Bacterien finden, wohl aber fanden sich in dem Bodensatz der einen Flasche zahlreiche Zooglöen von Stäbchenformen, die zum grossen Theil an einer Seite wenig verdickt waren und durch stärkere Lichtbrechung, sowie durch das Nichtannehmen von Farbe sich als Sporen zu erkennen gaben. In der anderen Flasche fanden sich keine Bacterien.

Es wurden zwei Platten *a* und *b* mit je 1 ccm von der oberen Flüssigkeit, zwei Platten *c* und *d* mit je 1 ccm vom Boden und eine Platte *e* mit einem Tropfen vom Boden der ersteren Flasche angefertigt.

Auf den zwei Platten *a* und *b* bildete sich keine Colonie, auf den drei übrigen waren zahllose Colonieen entstanden, so dass ein Schätzen der Anzahl überhaupt unmöglich war. Es wurden von diesen Strichculturen gemacht, sowie kleine Theilchen auf sterilisirte Kartoffeln übertragen, und liess sich ein Unterschied mit den gleichzeitig angefertigten entsprechenden Typhusculturen nicht wahrnehmen. Da ich zur Zeit noch mit diesen Versuchen beschäftigt bin und dieselben noch nicht als abgeschlossen betrachten kann, so will ich hier nur noch bemerken, dass ich einmal noch in unfiltrirtem Spreewasser während zweitägigen Stehens bei 37° eine Zunahme von fünf Millionen eingeimpfter Keime auf 160 Millionen constatirte, in einem anderen Falle während zweitägigen Stehens bei 12° eine Zunahme von 12000 auf 87000 Keime, dass aber diesen wenigen positiven Resultaten zahlreiche negative gegenüber stehen.

Indessen nicht nur in dieser Hinsicht bieten stark verunreinigte Brunnenwasser eine grössere Gefahr für Inficirung mit Krankheitsstoffen gegenüber Wasserleitungen und sogenannten Tiefbrunnen, sondern auch deshalb, weil bei ihnen die Beeinflussung durch Gruben, von welchen in der Regel die Inficirung ausgehen wird, weitaus am grössten ist.

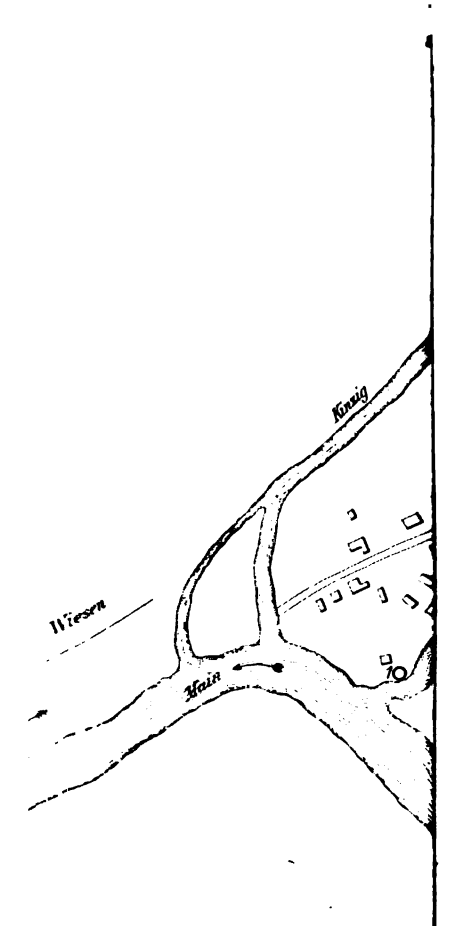
In neuerer Zeit fängt man an, sich aus diesen Rücksichten mehr dem System der Tief- oder Röhrenbrunnen zuzuwenden, welche in hygienischer Beziehung die grössten Vortheile vor den Kesselbrunnen zu bieten scheinen.

Wie weit dieselben allen den Anforderungen, welche die Praxis stellen muss, zu genügen im Stande sind, lässt sich zur Zeit noch kaum beurtheilen, da die Zahl solcher Brunnen zumal in Städten noch eine verschwindend kleine ist.

SKIZZE D. STADT HA

nach einem älteren von Stadtbaum

zusammengestellten Übersic



[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Sublimatdämpfe als Desinfectionsmittel.

Von

W. Heraeus.

Ein in Nr. 12 des *Centralblattes für Chirurgie*, Jahrgang 1885, erschienener Bericht von König über Desinfection von Krankenzimmern durch Sublimatdämpfe hat zu wissenschaftlichen Untersuchungen Anlass gegeben, welche sich theils mit der Frage beschäftigten, wie weit die Wirksamkeit einer solchen Ausräucherung reiche, theils dahin gingen, zu constatiren, ob durch nachheriges Verbrennen von Schwefel das in dem Raume zerstreute Sublimat unschädlich gemacht wird. Ohne auf die letztere Frage an dieser Stelle eingehen zu wollen, wende ich mich gleich einem Berichte von Lübbert in Nr. 49 des *Aerztlichen Intelligenzblattes* 1885 zu, soweit sich derselbe auf die Wirksamkeit der combinirten Desinfection mit Sublimatdämpfen und schwefliger Säure bezieht. Die negativen Resultate, welche Verfasser bei Anwendung des Sublimats in der von König vorgeschriebenen Weise erhielt, stimmen mit den anderweitig gemachten Beobachtungen über die unzureichende Wirksamkeit der Sublimatdämpfe überein und bieten auch deshalb nichts Auffallendes, da Koch und Wolffhügel mit ihren sehr eingehenden, im Reichsgesundheitsamt ausgeführten Versuchen über die desinficirende Wirkung der schwefligen Säure nachgewiesen haben, dass auch dieses Gas nicht im Stande ist, in Ecken und Ritzen, unter Tapetenstücke u. s. w. in solcher Menge zu dringen, dass es noch eine hinreichende Wirkung ausübte. Um so mehr musste es auffallen, dass Verfasser angiebt, durch eine auf die Sublimaträucherung folgende Verbrennung von Schwefel seien alle in dem Raume aufgestellten Vegetationen vernichtet worden. Der Passus in dem Lübbert'schen Bericht: „Von der schwefligen Säure werden vegetative Zellen, wie bekannt, vernichtet, während sie ein unzuverlässiges Desinfections-

mittel für Dauerformen ist", dürfte nicht in Einklang zu bringen sein mit den Ergebnissen der im Reichsgesundheitsamt ausgeführten Untersuchungen, durch welche die Frage über die desinficirende Wirkung der schwefligen Säure eigentlich als abgeschlossen betrachtet werden konnte. Dieselbe hatte sich als ein ebenso unzuverlässiges Desinfectionsmittel auch gegen „vegetative Zellen" erwiesen, wie dieses Lübbert für die trockenen Sublimatdämpfe nachgewiesen haben will. Da aus diesem Widerspruch hervorgehen dürfte, dass die Untersuchungen in der Weise, wie sie Lübbert ausgeführt, nicht als ganz einwandsfrei anzusehen, und dass Zweifel über die thatsächliche Wirkung der Sublimatdämpfe durch dieselben nicht als ausgeschlossen zu betrachten sind, möchte ich in Anbetracht der Wichtigkeit des Gegenstandes die Versuche, welche ich im hiesigen hygienischen Institute nach persönlichen Anleitungen des Hrn. Geh.-Rath Koch ausgeführt habe, in Kürze mittheilen.

Durch einen Vorversuch überzeugte ich mich zunächst, dass Sublimatdämpfe in starker Concentration Milzbrandsporen, welche Seidenfäden anhafteten, tödteten. Es war eine 250 ccm fassende Flasche, deren Boden abgesprengt war, dicht über einem kleinen Porcellantiegel befestigt worden, der in einem Sandbade stand. Die Oeffnung der Flasche war lose mit einem durchbohrten Kork verstopft, in welchem ein bis in die Mitte derselben hinabreichendes Thermometer steckte, an dem zugleich die sporenhaltigen Fäden befestigt waren. Nachdem 2 grm Sublimat in dem Tiegel verdampft waren, wobei das Thermometer im Bereich der Seidenfäden 65° C. angezeigt hatte, wurden die Fäden in absolutem Alkohol abgewaschen, getrocknet und in Nährgelatine eingebettet. Sie zeigten nach achttägigem Stehen noch keine Spur von Auskeimung, während Fäden, welche zur Controle gleich lange Zeit in Alkohol gelegt worden waren, ohne den Sublimatdämpfen ausgesetzt gewesen zu sein, am dritten Tage schon zahlreiche Milzbrandcolonieen gebildet hatten.

Die dann folgenden Versuche mit Sublimaträucherungen wurden in einem Abzug des Laboratoriums vorgenommen, der 1.8 m hoch, 0·9 m tief und 2·3 m lang ist, mithin einen Rauminhalt von etwa 3·7 cbm umfasst. Der Abzug zeigte sich bei allen Verdampfungen, die darin vorgenommen wurden, als nach aussen sehr gut schliessend, so dass selbst von dem durchdringenden Geruch der Sublimatdämpfe ausserhalb kaum etwas zu merken war. Die in den Schornstein führende Oeffnung aber war mit einem hölzernen Klotz und Tüchern dicht verschlossen, so dass auch hier ein Entweichen der Dämpfe ausgeschlossen war. Um die Wirkung der Desinfectionen gleich für verschiedene Arten von Keimen kennen zu lernen, wurden sterilisirte seidene Fäden mit sporenhaltigen Typhus- und Milzbrandbacillen, Micrococcus prodigiosus und Aspergillus niger in der Weise

imprägnirt, dass ich mit sterilisirtem Wasser eine Emulsion von den betreffenden Reinculturen machte (namentlich von Agarculturen lässt sich die Bacterienschicht sehr gut abspülen), die Fäden einige Zeit hineinlegte und dann bei 30° trocknete. Dieses mit Keimen behaftete Material wurde in dem Abzug an den verschiedensten Stellen vertheilt, und nachdem dieser vollkommen verschlossen war, 1·2 ^{grm} Sublimat in einem kleinen Porcellantiegel, der in einem Sandbade stand, verdampft. Diese Menge entspricht ziemlich genau der von König vorgeschriebenen Quantität, denn 1·2 ^{grm} für 3·7 ^{cbm} ergeben für ein Zimmer von 150 ^{cbm} 48·7 ^{grm} Sublimat und König lässt für ein Zimmer für sechs Kranke 50 ^{grm} anwenden. Das Sublimat stieg bei der Verdampfung, welche ziemlich gleichmässig 2 bis 3 Minuten dauerte, in weissen Wolken bis an die Decke des Raumes und erfüllte den oberen Theil desselben mit dichten Dämpfen, während der untere Theil bis etwa $^3/_4$ ^{m} Höhe viel mehr frei zu bleiben schien. Nach 5 bis 10 Minuten waren die Dämpfe verschwunden und die Fensterscheiben des Abzuges hatten einen dichten weissen Beleg angenommen, der aus fein vertheiltem Sublimat bestand. Nach $1^1/_2$ Stunden war ein Geruch beim Oeffnen des Abzuges nicht mehr wahrnehmbar und wurden die Fäden gesammelt, wie bei dem Vorversuch fünf Minuten in absoluten Alkohol gelegt und in Nährgelatine gebettet. Letzteres schien mir am praktischsten so ausführbar, dass ich einige Tropfen flüssige Gelatine auf sterilisirte Objectträger brachte und die Fäden, so lange die Gelatine noch dünnflüssig war, hineinlegte. Ich beobachtete wiederholt, dass von mehreren Fäden, welche genau in derselben Weise behandelt worden waren, diejenigen nicht auswuchsen, welche zuletzt in die Gelatine gebracht wurden, wenn dieselbe schon ziemlich erstarrt war. Die noch dünnflüssige Gelatine dringt auch in das Innere der Fäden ein und lässt Keime, welche dort sitzen, zur Entwicklung kommen, während die halberstarrte dickflüssige Gelatine nur mit der Oberfläche der Fäden in Berührung kommt. Bei der Vertheilung der Fäden muss man bestrebt sein, möglichst die Verhältnisse nachzuahmen, welche in der Praxis in Krankenzimmern walten. Die Desinfection befolgt nicht den Zweck, nur die Keime zu tödten, welche sich in der Luft frei bewegen, sie muss ihre Wirkung überall dahin erstrecken, wohin die Luft Zugang gefunden, wohin sie Infectionskeime getragen haben kann; sie muss in allen Spalten und Ritzen, in allen Ecken und Winkeln wirken, wenn sie von wirklichem Erfolg sein soll. Es wurde dementsprechend bei einem ersten Versuch das mit Keimen behaftete Material in folgender Weise zur Anwendung gebracht. Es wurde immer eine Serie von acht Fäden zusammen ausgelegt, von denen zwei mit Milzbrand, zwei mit Typhus, zwei mit Micrococcus prodig., zwei mit Aspergillus präparirt waren. Eine solche Serie wurde an der Decke

des Abzuges aufgehängt, eine andere am Boden niedergelegt; diese beiden waren indessen im Verlaufe des Versuches mit der Gelatineplatte verunglückt, so dass der entsprechende Versuch wiederholt werden musste.

Eine Serie wurde in Leinwand eingewickelt und auf dem Boden des Abzuges niedergelegt.

Eine andere in ähnlicher Weise in Filtrirpapier verpackt zur Anwendung gebracht.

Eine weitere wurde auf dem Boden des Raumes niedergelegt und dann ein Holzklotz von 20^{cm} Länge und 14^{cm} Breite in der Art darüber gedeckt, dass zwei Streichhölzchen untergelegt wurden, so dass ein Abstand von etwa 2^{mm} blieb. Eine Serie wurde mit einem solchen Klotz ohne Abstand bedeckt.

Endlich wurden von jeder Art zwei Fäden in je eine Ecke des Raumes gelegt und lose mit einem Stückchen Filtrirpapier bedeckt.

Das Resultat dieses ersten Versuches war folgendes:[1]

Fäden:	Milzbrand.	Typhus.	M. prodig.	Aspergill.
In Leinwand eingewickelt . .	++	++	++	++
In Filtrirpapier eingewickelt .	--	++	++	++
Unter abstehendem Holzklotz .	--	++	+-	++
Unter aufliegendem Holzklotz .	+-	++	+-	++
Aus Ecken	--	+-	--	++
Controlfäden	+-	+-	++	++

Die mit Aspergillus behafteten Fäden waren ohne Ausnahme ausserordentlich schnell in der Gelatine ausgewachsen, von den Micrococcus prodigiosus und Typhusfäden waren fast alle ausgewachsen, höchstens konnte bei den Fäden, welche in den Ecken des Abzuges gelegen hatten, eine Beeinflussung durch die Sublimatdämpfe angenommen werden, da von den vier Fäden nur einer Colonieen gebildet hatte. Die Milzbrandfäden dagegen hatten sich zum grössten Theil in der Nährgelatine indifferent verhalten. Es konnte indessen bei ihnen deshalb nicht der Grund unbedingt in der Sublimaträucherung gesucht werden, da auch einer der Controlfäden sich gleich verhalten hatte.[2] Ein Stück eines der

[1] Die Kreuze bedeuten, dass die betreffenden Fäden in der Gelatine ausgewachsen sind, die Minuszeichen, dass dies nicht der Fall war.

[2] Es stellte sich später heraus, dass die aus Liebig'schem Fleischextract hergestellte Nährgelatine, welche bei einer grossen Anzahl von Bacterienarten bereits mit bestem Erfolg zur Anwendung gekommen war, durchaus unbrauchbar war zur Züchtung von Milzbrandbacterien. Bei 14 zur Klarstellung dieses Punktes vorge-

Fäden, welche bei dem Versuch in einer Ecke des Abzuges gelegen hatten, wurde einer Maus unter die Haut gebracht; der Tod derselben trat am vierten Tage ein und konnte leicht als die Folge der Impfung nachgewiesen werden.

Bei einem weiteren Versuch wurden 1·5 grm Sublimat in dem Porcellantiegel verdampft und zwar so, dass derselbe mit der freien Flamme diesmal erhitzt wurde, so dass die Verdampfung weit rascher innerhalb einer halben Minute etwa vor sich ging. Es kamen nur Fäden mit Milzbrandsporen und solche mit Micrococcus prodigiosus zur Anwendung und zwar in folgender Weise:

1. Je zwei Fäden wurden an der Decke direct über dem Tiegel, in welchem das Sublimat verdampfte, in der Art angebracht, dass ich sie auf eine vielfach durchlöcherte Papierscheibe legte, die mit Fäden an der Decke befestigt war.

2. Je zwei wurden in derselben Weise an der Decke angebracht, doch 1 m abseits von dem Tiegel.

3. Je zwei wurden unbedeckt auf der Erde niedergelegt.

4. Je zwei desgleichen und mit einer Holzplatte bedeckt, die etwa 1 cm Abstand hatte.

5. Je zwei wurden in halber Höhe der Wand auf den Hähnen der Wasserleitung unbedeckt niedergelegt.

6. Je zwei wurden in eine Spalte des Bodens gesteckt, welche etwa 3 mm breit und 1 cm tief war.

Das Resultat des Versuches war:

	Milzbrand.	M. prodig.
Fäden v. d. Decke über dem Tiegel	++	+−
„ v. d. Decke abseits	++	+−
„ v. d. Boden unbedeckt	++	+−
„ v. d. Boden bedeckt	++	++
„ v. d. Wand	−−	++
„ a. d. Spalte	+	+
„ mit wässrigem Sublimat behandelt	−−	−−
Controlfäden	++	++

nommenen Parallelversuchen hatten sich auf sämmtlichen Platten, die mit Fleischwassergelatine angefertigt waren, durchschnittlich 700 Colonieen entwickelt, während auf den sieben mit Fleischextractgelatine hergestellten Platten auch nicht eine einzige Colonie selbst nach zehntägigem Stehen zu sehen war. Es dürfte deshalb die Fleischextractgelatine nur mit Vorsicht zu gebrauchen sein.

Die Sublimatdämpfe hatten mithin selbst unter den günstigsten Bedingungen, so dass die imprägnirten Fäden unbedeckt dalagen, nicht ausgereicht, die Keime alle zu tödten, selbst wenn diese nicht sporenhaltig waren. Indessen war ein grosser Unterschied in der Zeit, welche die Fäden zum Auskeimen gebrauchten, zu vermerken, indem die nicht den Sublimatdämpfen ausgesetzten, im Uebrigen ganz gleich behandelten Fäden schon am dritten Tage zahlreiche Colonieen gebildet hatten, während bei allen anderen die Auskeimung erst am 4., 5., 6. oder gar 7. Tage sichtbar wurde.

Ein sonst genau in derselben Weise ausgeführter Versuch, bei welchem gleichzeitig mit der Verdampfung des Sublimats die Luft in dem Abzug mit Wasserdämpfen geschwängert wurde, indem ein offenes Wasserbad in demselben in lebhaftem Sieden erhalten wurde, führte zu keinem abweichenden Ergebniss.

Es wurde ferner ein Versuch in der Weise ausgeführt, dass ich die doppelte Anzahl Fäden auslegte, 2 grm Sublimat verdampfte, die Hälfte der Fäden sammelte und nun 80 grm Schwefel in dem Abzug verbrannte. (Koch und Wolffhügel schreiben 20 grm für den Cubikmeter vor, so dass bei dem Rauminhalt von 3·7 cbm 80 grm reichlich bemessen waren.)

Das Ergebniss war folgendes:

Fäden	Milzbrand.		Prodigiosus.	
	Sublimatdämpfe.	Schweflige Säure.	Sublimatdämpfe.	Schweflige Säure.
v. d. Boden bedeckt	+ +	+ +	+ +	+ +
v. d. Boden offen	+ +	+ +	— —	— +
v. d. Wand $^1/_2$ m v. Tiegel entfernt	+ +	+ +	— —	— —
v. d. Wand 2 m v. Tiegel entfernt	+ +	+ +	— —	— —
v. d. Decke über d. Tiegel . .	+ +	+ +	— —	+ —
v. d. Decke abseits vom Tiegel .	+ +	+ +	— —	— +
Controlfäden	+ +		+ +	
Mit wässrigem Sublimat behandelt	— —		— —	

Dieser Versuch zeigte, dass eine auf die Sublimaträucherung folgende Desinficirung mit schwefliger Säure nicht im Stande war, die Keime, welche das Sublimat verschont gelassen hatte, zu tödten. Er zeigte ferner, dass scheinbar eine Einwirkung der Sublimatdämpfe auf die nicht sporenhaltigen Keime von Micrococcus prodigiosus stattgefunden hatte, denn die sporenhaltigen Milzbrandfäden, wuchsen alle schnell aus, während die Micrococcusfäden, ausser denen, welche mit einer Holzplatte mit 1 cm

Abstand überdeckt waren, zum grössten Theile keine Colonieen mehr entwickelten. Dieser Umstand nun in Verbindung mit der vorher mitgetheilten Beobachtung, dass auch bei der trockenen Verdampfung von Sublimat eine bedeutende Verzögerung in dem Auswachsen der keimhaltigen Fäden eintrat, veranlasste mich, die Verhältnisse bei dem Versuch noch ähnlicher denen zu gestalten, welche in Wirklichkeit im Krankenzimmer walten. Es war möglich, dass die Sublimatdämpfe nur nicht im Stande waren — in solcher Menge in das Innere von Fäden zu dringen, dass sie dort noch hinreichend wirksam wären. In Wirklichkeit werden aber die Bacterien auch an der Oberfläche von Geweben, Tapeten u. s. w. hängen bleiben und nicht in das Innere derselben eindringen, wenn sie nicht, wie bei der Praeparation, der Fäden durch eingesaugte Flüssigkeit dorthin getragen werden.

Es schien mir deshalb richtiger die Keime bei dem Versuch so zur Anwendung zu bringen, wie wir sie uns im Krankenzimmer zu denken haben — wo sie mit dem Staub aufgewirbelt werden, zum Theil wohl an Staubtheilchen festsitzen und sich mit diesen zusammen an den Wänden und Möbeln niedersetzen. Wenn ich deshalb sterilisirte Glasplatten in einer stauberfüllten Atmosphäre einige Zeit liegen liess — und diese dann zu den Versuchen verwandte, hatte ich Verhältnisse, welche abgesehen von der Art der in Frage kommenden Keime von denen der Wirklichkeit kaum unterschieden sein dürften.

Ich praeparirte mir eine Anzahl solcher bestäubter Platten, indem ich eine Holzkiste, in der sich alte Sägespäne befanden, etwas umschüttelte und die Platten dann hineinlegte.

Zu dem Versuche wurde 1) eine Platte auf den Boden des Abzuges niedergelegt, so dass der Staub frei nach oben zu liegen kam, 2) eine Platte über dem Tiegel an der Decke aufgehängt, so dass die bestäubte Seite dem Tiegel zugekehrt war, 3) eine Platte schräg an die Wand gestellt, so dass die bestäubte Seite nach unten gekehrt war, 4) eine Platte mit der bestäubten Seite nach oben so schräg an die Wand gestellt, dass sie ziemlich senkrecht zu stehen kam.

Es wurden dann 2^{grm} Sublimat trocken in dem Abzug verdampft, nach einer Stunde die Platten aus dem Abzug herausgenommen und mit Gelatine begossen. Das Ergebniss war: Auf Platte 1, welche offen am Boden gelegen hatte, war nichts gewachsen. Es war ein starker weisser Belag von Sublimat auf der Platte, der sich da, wo er mit der Gelatine in Berührung gekommen war, in dieser gelöst und in dieser Lösung dann tödtend auf die Keime gewirkt hatte. Auf 2) waren einige Keime gewachsen, auf der bestäubten Seite war nichts von Sublimatpulver zu sehen, während sich auf der anderen Seite ebenfalls ein starker Belag gebildet

hatte. Auf 3) waren etwa 100 Colonieen von Spaltpilzen und Schimmelpilzen entstanden, so dass die Sublimatdämpfe, obgleich sie von der Seite ganz ungehindert zutreten konnten, nicht im Stande gewesen waren, diese Keime zu vernichten. Auf 4) waren keine Colonieen gewachsen. Trotz der steilen Stellung hatte sich auch auf dieser Platte reichlich Sublimatpulver abgesetzt, das sich in der Gelatine gelöst hatte.

Eine Wiederholung des Versuches führte zu demselben Resultate. Wenn demnach Sublimatdämpfe nicht im Stande sind, Keime, welche sich mit dem Staub an den Wänden absetzen, zu vernichten, dann können dieselben als Desinfectionsmittel wohl keine Verwendung finden.

Es sei noch erwähnt, dass selbst eine Lösung von 1 grm Sublimat in 500 ccm absoluten Alkohols sich als unwirksam gegen Milzbrandsporen erwies. Fäden, welche mit solchen imprägnirt waren und eine halbe Stunde in der Lösung gelegen hatten, keimten in Nährgelatine rasch aus.

Ueber die Nothwendigkeit der Einführung von Schulärzten.

Nach zwei in der hygienischen Section der schlesischen Gesellschaft im März und April 1886 gehaltenen Vorträgen,

Von

Prof. Dr. Hermann Ludwig Cohn
in Breslau.

Vor einigen Wochen machte Hr. College Dr. Theodor Körner in der Sitzung der hygienischen Section die betrübende Mittheilung, dass von 62 Schülern einer hiesigen Kleinkinderbewahranstalt 13 in kurzer Zeit an Diphtherie gestorben seien, während zur Zeit in ganz Breslau nur noch 26 Todesfälle durch diese Krankheit verursacht worden. Jener Fall war recht geeignet, die Frage von der Nothwendigkeit eigener Schulärzte zum Gegenstande einer besonderen Debatte zu machen. Die hygienische Section theilte diese Ansicht und betraute mich mit dem einleitenden Referate.

Da dasselbe nur die Grundlage der Discussion zu bilden bestimmt war, schien grösstmöglichste Kürze geboten. Auch musste bei der überwältigenden Fülle des Materials die Hoffnung auf erschöpfende Vollständigkeit von vornherein aufgegeben werden.

Dagegen schien es angezeigt, der eigentlichen Darstellung der Aufgaben der Schulärzte eine historische Skizze vorauszuschicken, einen comparativen Ausblick auf das Ausland anzureihen und schliesslich einige Vorschläge speciell für Breslau mitzutheilen.

I. Geschichte der Schularzt-Frage in Deutschland.

Der Ruf nach hygienischer Beaufsichtigung der Schulen ist keineswegs neu. Der erste, welcher den Wunsch aussprach, dass die Schulen ärztlich beaufsichtigt werden müssten, war Johann Peter Frank. Er

setzte bereits 1780 über sein hochinteressantes Capitel von den Schulen und dem Unterrichte der Jugend (System einer öffentlichen medicinischen Polizei Bd. II) das Motto:

„Ihr lehrt sie Religion,
Ihr lehrt sie Bürgerpflicht,
Auf ihres Körpers Wohl
Und Bildung seht Ihr nicht."

Das Capitel selbst begann Frank mit den Worten: „Auf keinen Gegenstand hat gewiss die Gesundheitspolizei mehr zu wachen, als auf den Theil der öffentlichen Erziehung, durch den wir erst zu nützlichen Bürgern des Staates werden." (S. 460).

Die ersten ärztlichen Visitationen eines Theiles der Schulen scheinen in Württemberg vorgenommen worden zu sein; wenigstens erzählt Med.-Rath Gross[1] in Ellwangen, dass dort schon seit 1814 ärztliche Revisionen eingeführt gewesen sind.

Dass die Wünsche Peter Frank's in Praxi nichts besonders beachtet worden sein müssen, folgt aus einem viel citirten Aufsatz, welchen Lorinser schrieb, und der unter dem Titel „Zum Schutze der Gesundheit in den Schulen" in der medicinischen Zeitung 1836 erschien. Einige süddeutsche Staaten folgten den Winken Lorinser's; so ordnete die badische Regierung am 13. August 1841 an, dass sämmtliche Physikate zur sanitätspolizeilichen Aufsicht über die Schulen in den Städten und den Landgemeinden angewiesen seien; auch erliess sie am 16. October 1844 eine Instruction, welche bestimmt, „dass beim Neubau, sowie bei solchen Erweiterungen und Abänderungen der Schulhäuser, wobei sanitätspolizeiliche Fragen in Rücksicht kommen können, die betreffenden Physikate über die Baupläne um ihre Genehmigung vernommen werden sollen.[2]

Aehnliches geschah 1843 von der Kgl. bayerischen Regierung der Oberpfalz.[3] Dies genügte aber nicht, und Schraube verlangte mit Recht im Jahre 1859 „fortwährende Controlle des gesammten Schulwesens durch die betreffenden Sanitätsbeamten und demgemäss eine staatlich geregelte Stellung der Sanitätsbeamten gegenüber der Schulen.[2]"

Allein es blieb bei den frommen Wünschen. Erst vor 20 Jahren wurde die Aufmerksamkeit der Aerzte und der Behörden von neuem auf diese Fragen gelenkt, und zwar durch die bahnbrechenden Unter-

---

[1] *Grundzüge der Schulgesundheitspflege.* Nördlingen 1878.

[2] Vgl. Schraube, *Die sanitäts-polizeiliche Beaufsichtigung der Schulen.* 1859. S. 62.

[3] Vgl. Schürmayer, *Handbuch der medicinischen Polizei.* Erlangen 1848. S. 153; citirt bei Falk S. 84.

suchungen, welche Fechner in Zürich über Schultische publicirte.[1] Ein gleiches Resultat erstrebten auch meine Untersuchungen,[2] sowie eine Reihe von Vorträgen, welche ich hier in der pädagogischen Section 1865 bis 1866 über Kurzsichtigkeit der Schulkinder gehalten (eine hygienische Section existirte damals noch nicht). Jener Section gebührt das Verdienst, eine Commission von acht Schulmännern und vier Aerzten gewählt zu haben, welche Vorschläge für die Verbesserung der Schulzimmer, auf deren Uebelstände ich hingewiesen hatte, machen sollte.

Diese Commission bestand aus: Prorector Dr. Marbach, Rector Dr. Bach, Gymnasiallehrer Dr. Meister, den Elementarlehrern Seltzsam, Stütze, Kühn und Dietrich, Geh.-Rath Prof. Dr. Göppert, Prof. Dr. med. Förster, Dr. med. Asch und mir.

Wir arbeiteten ein Promemoria aus, das am 30. März 1866, also jetzt vor 20 Jahren, von der Section angenommen und an die Schulbehörden verschickt wurde.[3] Dieses „Zur Verbesserung der Schulzimmer" betitelte Elaborat, das hauptsächlich die Licht- und Subsellienverhältnisse betraf, fand leider sehr wenig Beachtung. Bestehen doch heut nach 20 Jahren noch Schullocale, die die Commission damals schon als zu dunkel bezeichnet hatte. Während in dem Promemoria gesundheitsgemässe Subsellien empfohlen wurden, schaffte die städtische Schulverwaltung auch für die neuen Schulen immer weiter Tische nach den alten schädlichen Modellen an.

Nachdem dieser Missstand nach der Eröffnung des neuen Johannes-Gymnasiums in einer Sitzung der vereinigten pädagogischen und medicinischen Section am 31. Januar 1873 zur Sprache gebracht worden,[4] wurden einige Aerzte und der Referent von der städtischen Schuldeputation zugezogen, um die Subsellienfrage mit ihr zu berathen. Die Schuldeputation besuchte während einer Schulstunde eine Klasse, in welcher Schüler an Pulten sassen, die freilich modern, aber nicht ihren Körpergrössen angepasst waren; sie fand natürlich, dass man auch an solchen Pulten schlecht sitzen könne. Darauf wurden die Aerzte von den Pädagogen in der Schuldeputation überstimmt, und es wurde die weitere Einführung von Subsellien mit horizontaler Plusdistanz beschlossen. Da ich diesen Beschluss für einen für Generationen verhängnissvollen ansehen musste, schied ich mit einem motivirten Separatgutachten aus der Schuldeputation aus.

---

[1] *Das Kind und der Schultisch.* Zürich 1865.

[2] *Die Augen von 10,060 Schulkindern.* Leipzig 1867.

[3] Vgl. *44. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für 1866.* S. 17.

[4] Vgl. meinen Vortrag: „Die neuen Subsellien im Johannes-Gymnasium" im *Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für 1873.*

Die Commission hatte leider in dem Promemoria 1866 vergessen, die Einführung von Schulärzten zu beantragen: weil es an solchen fehlte, blieben, wie ich glaube, ihrre Vorschläge erfolglos.

Im Jahre 1868 erschien eine höchst lesenswerthe Schrift von Dr. Friedrich Falk in Berlin, betitelt: Die sanitätspolizeiliche Ueberwachung höherer und niederer Schulen und ihre Aufgaben (Leipzig). In derselben wurde betont, dass der Kreisphysicus gewissermaassen als der geborene ärztliche Visitator der Schulen seines Bezirkes angesehen werden müsse. Falk stellt fast alle Aufgaben, welche dem Schularzte zufallen, namentlich betreffs der Begutachtung des Schulhausplanes gut geordnet zusammen (S. 86 bis 88). Er wünscht alle Semester eine Inspection der Schule. Falks Schrift ist überhaupt noch heut eine ausgezeichnete Fundgrube für den Hygieniker.

Im Jahre 1869 schrieb Virchow auf Veranlassung des Unterrichts-Ministers Hrn. v. Mühler einen trefflichen kritischen Aufsatz „über gewisse, die Gesundheit benachtheiligende Einflüsse der Schulen" (Berlin, Reimer), in dem er alle bis dahin erschienenen Arbeiten auf ihren Werth prüft, und in welchem er schliesslich (S. 24) sagt: „Die Ueberwachung und zum Theil Ausführung dieser Maassregeln und Vorschriften müsste in jedem Schulbezirke einer Commission übertragen werden, in welchen als ständiges Mitglied ein Sanitätsbeamter oder je nach der Grösse des Bezirkes mehrere solche Beamte zu sitzen haben.... In der Schulcommission ist die Ausgleichung der verschiedenen Anschauungen herbeizuführen, indem Schulmänner und Aerzte sich gegenseitig aufklären und überzeugen. Nur in dem Zusammenwirken der verschiedenen Sachverständigen gewinnen Staat und Gemeinde das geeignetste Aufsichtsorgan, welches die Lösung der grossen Aufgabe der Gegenwart genügend überwachen kann: körperliche und geistige Gesundheit und Ausbildung des nachwachsenden Geschlechts."

Im Jahre 1877 erschien eine geharnischte Schrift von Dr. Ellinger in Stuttgart: „Der ärztliche Landesschulinspector, ein Sachwalter unserer misshandelten Schuljugend." Hier wurde in der allerdringendsten Weise die Einführung von Schulärzten gefordert; bei der besten Absicht ist aber die Form seiner Schrift zu scharf; sagt er doch selbst in der Einleitung, er habe das Rauhborstige absichtlich seiner Schrift nicht genommen. Ellinger, der das Wort „Schularzt" erfunden, sagt S. 42: „Gegen den Vorschlag eines Landes-Schulinspectors hat man immer wieder den Kostenpunkt hervorgehoben. Wenn nun aber für die Militärpferde ein eigener Corps-Rossarzt angestellt ist, dann können wohl auch die Kinder einen Arzt, der speciell für ihr körperliches Wohlbefinden besorgt ist, prätendiren, und wenn erst neulich in Würtemberg 20,000 Mk. als

Prämien für Fohlenzüchter und ähnliche Summen für Zucht von Rindvieh, Schafen und Schweinen exigirt worden sind, dann wird man wohl auch die Kosten nicht für eine verbesserte, sondern für die beste Gesundheitspflege, selbst für bezügliche Prämien an Schullehrer aufzubringen im Stande sein.“ Uebrigens meint Ellinger, die Kosten seien gar nicht so bedeutend, mit 5000 bis 8000 Mk. jährlich könne man einen tüchtigen Arzt gewinnen. Mir scheint, dass ein einziger Arzt für die vielen Schulen nicht das Nöthige thun kann.

Im Jahre 1877 ferner erschien das umfassende Werk von A. Baginsky über Schulhygiene (Stuttgart, Enke), in welchem ein Schlusscapitel dem Schularzt gewidmet ist; darin gelangte der Verfasser, wie es auch gar nicht besser geschehen konnte, im Wesentlichen zu gleichen Resultaten wie Falk, wich aber darin von ihm ab, dass er nicht bloss einen Schularzt wünscht, sondern auch einen Schulinspector, der Lehrer sein könne, und der gewissermaassen der Assistent des Schularztes sein solle. Die Aufgaben des Schularztes sind fast genau wie bei Falk definirt, aber Baginsky beharrt nicht darauf, dass der Betreffende der Physikus sein müsse, sondern fordert mit Recht, dass jeder Arzt, der die Fragen verstehe, Schularzt sein könne; die Befähigung dürfe von einem Examen abhängig gemacht, der Gemeinde solle die Wahl, der Regierung die Bestätigung des Schularztes überlassen werden. Von dem Schulinspector verlangt Baginsky, dass er alle nöthigen Messungen ausführen, Notizen machen, die Heizung, Beleuchtung, Ventilation, Retiraden controlliren und alle Klagen dem Schularzte mittheilen solle; er müsse nur „wenig Unterricht geben und für seine Mühewaltung günstiger honorirt werden.“

Es ist nicht recht einleuchtend, wozu ein Inspector angestellt werden soll, der alle die Klagen notirt und sie erst nach einiger Zeit dem besuchenden Arzte vorträgt; es scheint mir, dass der Arzt das alles eben selbst und besser machen und gleich die nöthigen Anordnungen treffen kann; doch lässt sich ja über die Opportunität dieser Einrichtung streiten. Ein entschiedener Fortschritt Baginsky's liegt darin, dass er nicht, wie Falk, nur alle Semester eine Inspection, sondern eine fortlaufende beständige ärztliche Beaufsichtigung der Schulen wünscht.

Im Jahre 1877 wurde auch von dem in Nürnberg tagenden hygienischen Congresse die Frage des Schularztes erörtert und die These angenommen: „In allen Schulbehörden müssen neben den Verwaltungsbeamten und Mitgliedern der Vertretungen, welchen das Geldbewilligungsrecht zusteht, auch Schulmänner und Aerzte Sitz und Stimme haben. (Bericht des Congresses. Braunschweig, Vieweg.)

Im October 1880 hielt ich auf der Naturforscher-Versammlung in Danzig in der allgemeinen ersten Sitzung eine Rede „über Schrift, Druck

und Kurzsichtigkeit."[1] Im Schlussworte forderte ich energisch die Bestallung von Schulärzten. Um der Opposition willen, der jene Forderung dort begegnete, sei es gestattet, jenes Schlusswort hier einzufügen. „Es fehlt, schloss ich, in Deutschland bis jetzt eine Behörde, die alle diese wichtigen Fragen durch eigene Versuche prüft und fördert, und es fehlt eine zweite Behörde, die die Ausführung der hygienischen Maassregeln streng überwacht. Das Reichsgesundheitsamt hat dem Reichstage in einer Denkschrift erklärt, „dass es keinen Zweig der öffentlichen Hygiene giebt, welchem dasselbe nicht seine Aufmerksamkeit zuzuwenden sich verpflichtet fühle." Nun, das wäre so recht die Sache eines so wichtigen Institutes, unter dessen vielen Mitgliedern leider allgemein ein Augenarzt vermisst wird.... Aber damit allein ist noch nichts gethan; es handelt sich, wenn wir den Schäden, die ja in Menge schon aufgedeckt sind, wirklich zu Leibe gehen wollen, um einen Beamten. der mit dictatorischer Gewalt ausgerüstet alle schlecht beleuchteten Schullokale schliessen, elendes Mobiliar kassiren und die Gemeinden zu sofortiger Anschaffung von körpergerechten Subsellien zwingen. Schulbücher, die zu klein und zu eng gedruckt sind, beseitigen, den Lehrplan mit Rücksicht auf Ueberanstrengung mit zu bearbeiten, genug alle Schädlichkeiten mit fester Hand zu entfernen hat, die das Auge unserer Schuljugend bedrohen, mit einem Worte: um den Schularzt. Derselbe müsste mit den grössten Machtvollkommenheiten ausgerüstet werden und hätte in mancher Stadt wahrlich reichlich zu thun."

„Ist es z. B. zu billigen, dass noch heut in Breslau in Schulen Unterricht ertheilt wird, die bereits vor 15 Jahren von einer Commission von Aerzten und Pädagogen als zu finster bezeichnet wurden? Ist es zu billigen, dass im Elisabeth- und Magdalenen-Gymnasium, deren Primen und Secunden durch die Zahl ihrer Kurzsichtigen eine traurige Berühmtheit erlangt haben, in einer Anzahl von Klassen mehrere Stunden am Tage Gas und noch dazu in offenen Flammen ohne Glocke und Cylinder gebrannt werden muss?"

„Allerdings werden die neuen Gymnasien besser gebaut; aber immer wieder neue Generationen werden in die alten Schulhöhlen, gestatten Sie den Ausdruck, hineingezwungen. Und wir kennen wenigstens die Mehrzahl unserer Klassen und haben die schlechten öffentlich nominirt; aber wie viele unter den 60000 Schulen Deutschlands existiren, die nie ein ärztlicher Fuss betreten hat? Wie wenige Lehrer können sich überhaupt erinnern, einen Arzt in ihrer Klasse gesehen zu haben?... Ich kann durchaus keinen zwingenden Grund einsehen, warum als noth-

---

[1] Vgl. *Tageblatt der Naturforscher-Versammlung.* Nr. 3.

wendiges Attribut der Gelehrsamkeit auch die Kurzsichtigkeit in unseren Lehranstalten mit erzeugt werden müsse."

Nach meiner Rede hielt der Danziger Oberbürgermeister v. Winter einen Vortrag über Canalisation und opponirte, obgleich doch die Myopie gar nicht mit der Canalisation in Zusammenhang steht, auf das Schärfste gegen den dictatorischen Schularzt und meinte, man müsse lieber warten und sich bemühen, in immer weiteren Kreisen die Einsicht von der Nützlichkeit und Nothwendigkeit von Reformen zu verbreiten.[1] Dieses Warten ist aber meiner Ansicht nach hier ganz am falschen Platze; denn trotz dieses Wartens und trotz beständiger Besprechung und Belehrung ist seit 20 Jahren die Kurzsichtigkeit bei Tausenden von Schülern in Breslau wenigstens befördert worden. Und nicht bloss immer neue Schüler werden myopisch, sondern auch auf ihre Nachkommen wird die Disposition in vielen Fällen übertragen. Die hygienische Controlpflicht des Staates ist ein Correlat der allgemeinen Schulpflicht. Der Pflicht der Eltern, ihre Kinder zur Schule zu schicken, steht das Recht der Eltern gegenüber, ihre Kinder nur gesunden Anstalten anvertrauen zu dürfen. —

Am 13. December 1880 hielt Virchow im preussischen Abgeordnetenhause eine Rede, in welcher es heisst:[2] „Ich möchte die Gelegenheit benützen, um den Herrn Minister darauf aufmerksam zu machen, dass in ärztlichen Kreisen seit Decennien die Meinung besteht, (ich persönlich habe sie immer vertreten), dass für den Staat die Pflicht vorliegt, eine ärztliche Aufsicht über die Schulen herbeizuführen."

Im Jahre 1881 erschien das Memorial, welches eine hessische Commission, bestehend aus dem Medicinal-Collegium und 14 Directoren von höheren Schulen dem Minister in Darmstadt überreichte (Referent Geh.-Med.-Rath Dr. A. Weber). Diese Schrift schliesst mit zehn Geboten, deren zehntes lautet: „Mit Rücksicht auf die Nothwendigkeit einer fortdauernden ärztlichen Controle über die hygienischen Postulate der Schulen ist ein Mitglied der Obermedicinal-Behörde mit ausreichenden administrativen und executiven Competenzen auszustatten, eventuell ein besonderer Arzt dafür zu verpflichten."

Im Jahre 1882 erschien das erste Gutachten, welches der Feldmarschall von Manteuffel in Strassburg von einer medicinischen Sachverständigen-Commission hatte ausarbeiten lassen. Dasselbe tritt sehr warm für schleunige Einführung richtiger Subsellien in den alten Schulen ein. „Die alten Subsellien zu beseitigen," heisst es dort wörtlich, „halten wir

[1] Ich konnte nicht einmal auf die Angriffe v. Winter's erwidern, da nach den Statuten der Naturforscher-Versammlung in den allgemeinen Sitzungen keine Discussion stattfinden darf.

[2] Vgl. *Sitzungsbericht.* S. 689.

für das dringendste Bedürfniss der Schulhygiene. Jedes Semester längeren Wartens stiftet neuen Schaden." Das Gutachten betont aber auch besonders: „Entwürfe für den Neubau oder Umbau einer höheren Schule sind nach Maassgabe der Normativbestimmungen von einem sachverständigen Arzte oder Medicinalbeamten zu prüfen und zu begutachten." In einem zweiten Strassburger Gutachten betreffs der Elementarschulen (1884) heisst es sogar S. 83: „Eine Ueberwachung der gesundheitlichen Verhältnisse der Volksschulen ist nur dann möglich, wenn sie in die Hände erfahrener Aerzte gelegt und durch geordnete Visitationen in regelmässiger Wiederkehr ausgeführt wird; es würde von Nutzen sein, wenn diese Visitationen in Begleitung von dazu abgeordneten Mitgliedern der Gemeinde ausgeführt würden. Eine ärztliche Ueberwachung der Kleinkinderschulen scheint uns ebenso nothwendig wie die der eigentlichen Volksschulen." —

Im Jahre 1882 wurde mir der ehrenvolle Auftrag zu Theil, für den internationalen hygienischen Congress in Genf ein Referat über die Nothwendigkeit von Schulärzten auszuarbeiten und Thesen einzusenden. Ich schickte folgende 18 Thesen ein, die sich in vielen Beziehungen an die Forderungen von Falk anschlossen:

1. Vor Allem ist eine umfassende staatliche hygienische Revision aller jetzt benützten öffentlichen und Privat-Schullocale schleunigst nothwendig.

2. Der Staat ernennt einen Reichs- oder Ministerial-Schularzt, welcher im Ministerium, und für jede Provinz (Canton, Departement) einen Regierungs-Schularzt, welcher im Regierungs-Schul-Collegium der Provinz Sitz und Stimme haben muss.

3. Bei Beginn der hygienischen Reform muss der Regierungs-Schularzt sämmtliche Schulen seiner Provinz revidiren und unbarmherzig alle Klassen schliessen, welche zu finster oder sonst der Gesundheit schädlich sind, falls sich nicht sofort ausreichende Verbesserungen ausführen lassen.

4. Die Schule kann die Gesundheit schädigen; daher muss jede Schule einen Schularzt haben.

5. Als Schularzt kann jeder praktische Arzt von dem Schulvorstande gewählt werden.

6. Der Schularzt muss Sitz und Stimme im Schulvorstande haben; seine hygienischen Anordnungen müssen ausgeführt werden.

7. Stossen dieselben auf Widerstand, so hat sich der Schularzt an den Regierungs-Schularzt zu wenden, welcher die Schule schliessen kann.

8. Demselben Schularzte sind niemals mehr als tausend Schulkinder zu überweisen.

9. Der Schularzt muss bei Neubauten den Bauplatz und den Bauplan hygienisch begutachten und den Neubau hygienisch überwachen. Seinen Anordnungen betreffs der Zahl, Lage und Grösse der Fenster, der Heiz- und Ventilations-Einrichtungen, der Aborte sowie der Subsellien muss Folge gegeben werden.

10. Der Schularzt muss bei Beginn jedes Semesters in jeder Klasse alle Kinder messen und sie an Subsellien placiren, die ihrer Grösse entsprechen.

11. Der Schularzt muss alljährlich die Refraction der Augen jedes Schulkindes bestimmen.

12. Der Schularzt hat die Pflicht, in Zimmern, welche dunkle Plätze haben, die Zahl der Schüler zu beschränken, ferner Schulmobiliar, welches die Schüler zum Krummsitzen zwingt, und Schulbücher, welche schlecht gedruckt sind, zu entfernen.

13. Der Schularzt hat das Recht jeder Unterrichtsstunde beizuwohnen; er muss mindestens monatlich einmal alle Klassenzimmer während des Unterrichts besuchen und besonders auf die Beleuchtung, Ventilation, sowie Heizung der Zimmer und auf die Haltung der Kinder achten.

14. Der Schularzt muss bei Aufstellung des Lehrplanes zugezogen werden.

15. Dem Schularzte muss jede ansteckende Erkrankung eines Schulkindes gemeldet werden. Er darf dasselbe erst dann wieder zum Schulbesuche zulassen, wenn er sich selbst überzeugt hat, dass jede Gefahr der Ansteckung beseitigt ist, und dass die Bücher, Hefte und Kleider des Kindes gründlich desinficirt worden sind.

16. Der Schularzt muss, wenn der vierte Theil der Schüler von einer ansteckenden Krankheit befallen ist, die Klasse schliessen.

17. Jeder Schularzt muss über alle hygienischen Vorkommnisse und namentlich über die Veränderungen der Augen der Schüler ein Journal führen und es alljährlich dem Regierungs-Schularzte einreichen.

18. Die Berichte der Regierungs-Schulärzte kommen an den Reichs- oder Landes-Schularzt, der alljährlich einen Gesammtüberblick über die Hygiene der Schulkinder des Reiches (oder Landes) veröffentlicht.

In These 1, 2, 3, 7, 18 und im Schluss von These 15 sind einige neue Desiderien aufgestellt, wichtig erscheint in These 3 die Forderung nach einer baldigen umfassenden, hygienischen Revision aller jetzt benützten öffentlichen und Privatschulen. Damit muss in der That begonnen werden; es ist gewiss gut, wenn bei Umbauten und Neubauten von Schulen alle modernen Forderungen erfüllt werden; aber solange die alten Schulen nicht revidirt und verbessert werden, wird ein grosser Theil der Kinder Schaden nehmen.

Die obigen 18 Thesen wurden im September 1882 in Genf ohne jede Discussion angenommen; von verschiedenen Seiten (siehe unten Abschnitt III) wurde nur betont, dass solche Einrichtungen bereits in einzelnen Ländern bestehen.

Am 18. Dec. 1882 erschieneder ausgezeichnete Erlass unserer Breslauer Regierung, welcher die Schulbehörden (allerdings nur der Volksschulen) aufforderte, nicht bloss bei allen neuen Schulen, sondern auch bezüglich der bestehenden Verhältnisse, wo sie irgend gesundheitsnachtheilig erscheinen, das Gutachten ärztlicher Sachverständiger in Anspruch zu nehmen. „Wir werden,“ heisst es in der Verordnung, „die Herren Kreisphysiker ausdrücklich darauf hinweisen, dass es in ihrer Berufspflicht liegt, auch nach dieser Seite hin zu beobachten und zu berathen, wo sich ihnen Gelegenheit bietet, und wir zweifeln nicht, dass dieselbe in vorkommenden wichtigen Fällen den an sie gerichteten Anträgen gern entgegenkommen werden. Andrerseits empfiehlt es sich aber, der Sache selbst wie der Kosten wegen, dass da, wo der Kreisphysikus nicht am Orte wohnt, zunächst die am Orte befindlichen Aerzte für diese wichtige Angelegenheit interessirt und herangezogen werden, welche in ihrem Gemeinsinne schon entgegenkommend sein werden. . . . Schliesslich ordnen wir hiermit an, dass uns die Neubaupläne von Schulen mit dem Gutachten des Kreisphysikus fortan zur Genehmigung vorgelegt werden.“ —

Eine sehr wichtige Stelle finde ich in dem Gutachten der Königl. preuss. wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen vom 19. December 1883 (betreffend die Ueberbürdung der Lehranstalten): „Bevor wir jedoch schliessen, glauben wir noch einmal auf einen Punkt zurückkommen zu sollen, den wir schon mehrmals gestreift haben. Wir meinen die Betheiligung der Aerzte bei der Beaufsichtigung der Schulen. . . . Das einzige Verhältniss, welches zu einer einigermaassen befriedigenden Darstellung gekommen ist, das der Kurzsichtigkeit, ist fast ausschliesslich durch Aerzte und zwar durch Privatärzte ergründet worden. Aehnliche Aufklärungen könnten auch über die meisten anderen Verhältnisse gewonnen werden, wenn amtliche Ermittelungen darüber durch sachverständige Aerzte angestellt würden. Wir wollen nur vorübergehend erwähnen, dass auch nach anderen Richtungen die Schulhygiene viel zu wünschen übrig lässt. . . Nun haben wir aus den Berichten der Prov. Schulkollegien aus den Jahren 1870 und 1871 ersehen, dass, obwohl eine gewisse Eifersucht gegen die Einmischung der Aerzte in die Angelegenheiten der Schulen unverkennbar überall hervortritt, doch das Anerkenntniss sich Bahn bricht, dass ohne die Mithilfe von Aerzten die Schulhygiene zu einer befriedigen-

den Gestaltung nicht gelangen kann. Wir möchten daher meinen, dass es an der Zeit sei, endlich einmal einen praktischen Anfang zu machen, und, wenn nicht sofort im ganzen Staate, so doch an einzelnen, besonders geeigneten Orten die Hauptfragen durch Aerzte in Angriff nehmen zu lassen." —

Der hygienische Congress in Hannover nahm 1884 folgende These an: „Behufs praktischer Durchführung anerkannter Normen der Schulhygiene ist sowohl die hygienische Ausbildung der Lehrer als die Mitwirkung qualificirter Aerzte wünschenswerth." —

Vor drei Jahren habe ich in Breslau den Kampf gegen die finsteren Schulen wieder aufgenommen, nachdem durch das ausgezeichnete Photometer von Leonhard Weber[1] endlich die Handhabe gegeben war, durch Zahlen zu beweisen, wie traurig in den alten Breslauer Schulen die Beleuchtung ist.

Im Juni 1883 ist vom Vereine der Aerzte des Reg.-Bezirks Breslau eine ständige Commission für Schulhygiene gewählt worden, bestehend aus den Collegen Dr. Dr. Bahr, Berger, Buchwald, Hirt, Jacobi, Th. Körner, Schlockow, Steuer und mir.

Diese Commission hat Ende Januar 1884 vom Magistrat und der Kgl. Regierung die Erlaubniss erhalten, die höheren städtischen Schulen zu inspiciren. Wir hielten einige Sitzungen und theilten uns in die Arbeit. Ein Referat ist noch nicht erstattet. Mit Erlaubniss der Commission habe ich einige vorläufige Resultate über die Tagesbeleuchtung in unseren Schulen bereits in der deutschen medicinischen Wochenschrift 1884 Nr. 38 und auf dem internationalen hygienischen Congress zu Haag[2] veröffentlicht.

So ergiebt denn der geschichtliche Rückblick, dass der Wunsch nach Schulärzten schon seit langer Zeit in der deutschen medicinischen Literatur ein sehr allgemeiner ist.

II. Aufgaben der Schulärzte.

Die Aufgaben der Schulärzte sind bereits in den Genfer Thesen zusammengefasst. Meines Erachtens sind die wichtigsten Aufgaben: die Verhütung der Kurzsichtigkeit[3] und der ansteckenden Krank-

---

[1] Beschrieben in der *Centralzeitung für Optik und Mechanik.* 1883. Nr. 16 u. 17. — Vgl. auch Wiedemann's *Annalen.* 1883. Bd. XX. S. 326.

[2] Vgl. *Compte rendu du cinquième congrès international d'hygiène à la Haye.* 1884. I. p. 97.

[3] Die Mittel gegen diese dienen auch zur Verhütung der Rückgratsverkrümmungen.

heiten. Denn von diesen allein ist bis jetzt ein Zusammenhang mit dem Schulbesuch als sicher bewiesen.

Ueber diese Krankheiten muss nun ausführlicher gesprochen werden.

A. Die Kurzsichtigkeit.

Die vor 20 Jahren hier vorgenommenen Untersuchungen der Augen von 10000 Schulkindern hatten ergeben, dass 1) die Zahl der kurzsichtigen Schüler nach der Categorie der Schule zunehme, 2) dass die Zahl der kurzsichtigen Schüler von Klasse zu Klasse steige und 3) dass auch der Durchschnittsgrad der Myopie von Klasse zu Klasse zunehme.

Hierbei sei zur Vermeidung eines jeden Missverständnisses nochmals und ausdrücklich von vornherein hervorgehoben, dass die Schule und ihre Einrichtungen keineswegs als alleinige Ursachen dieser Zunahme der Myopen und des Myopiegrades zu betrachten sind. Ich habe dies, was von mehreren Seiten übersehen worden zu sein scheint, ja bereits im Jahre 1867 im Schlusscapitel der Schrift über die Augen der 10060 Schulkinder (Leipzig 1867, Fleischer's Verlag) S. 188 ausdrücklich selbst hervorgehoben. Bei der lebhaften Controverse,[1] welche sich über die Stellung der Schule zur Myopie erhoben, sei es gestattet, den betreffenden Passus aus jener vor 19 Jahren erschienenen Schrift hier nochmals zu wiederholen: „Ich weiss sehr wohl, dass die Ursachen der meisten Augenkrankheiten in individuellen, erblichen, Wohnungs-, Nahrungs- und oft in uns noch ganz unbekannten Verhältnissen zu suchen sein werden, ich bin auch weit entfernt gewesen, die enorme Verbreitung der Myopie unter den Schulkindern lediglich und ausschliesslich der Schule zuzuschreiben; ich habe stets nur gesagt, dass diese oder jene Schuleinrichtung zur Entstehung und Vermehrung der Myopie beitragen kann. Allein eine richtige Hygiene wird eben darauf Bedacht nehmen müssen, alle Einrichtungen so zu treffen, dass selbst die Möglichkeit eines Schadens von Niemandem nachgewiesen werden kann. Bei den Schulen ist dies um so mehr nöthig, als durchschnittlich jedes Kind in Preussen wenigstens über 10000 Stunden vom 7. bis 14. Lebensjahre sich in der Schule aufhält, selbst wenn wir wöchentlich nur 30 Schulstunden und jährlich acht Wochen Ferien annehmen. An dem guten Willen der Behörden zur Ver-

[1] Eben um dieser Polemik willen möge hier die Bemerkung Virchow's Platz finden, die wir in seinem Bericht an den Minister (S. 6) lesen: „Mit Recht verwahrt sich Dr. Cohn dagegen, dass man ihm die Meinung zuschreibe, die enorme Verbreitung der Myopie unter den Schülern sei lediglich und ausschliesslich der Schule zuzuschreiben.“

besserung alter Uebelstände fehlt es aber nie, sobald mit Ruhe und Objectivität diese letzteren aufgedeckt werden; meine Schrift macht Niemandem Vorwürfe; die beregten Schäden wurden bisher eben keiner gründlichen und objectiven Besprechung unterzogen, sonst würden vermuthlich die Befunde andere gewesen sein."

Dass auch ausserhalb der Schule selbst im elterlichen Hause viele ungünstige Umstände einwirken, betont besonders Virchow. „Um in dieser Beziehung," meint Virchow, „zuverlässige Materialien für das Urtheil zu gewinnen, würde es nöthig sein, aus anderen Categorieen der Bevölkerung, z. B. aus dem Kreise der Lehrlinge und Gesellen parallele Altersklassen zur Untersuchung zu bringen. An solchen vergleichenden Uebersichten fehlt es bis jetzt. Nichts desto weniger kann man mit völliger Bestimmtheit sagen, dass die Altersklassen, zu welcher die Primaner der Gymnasien gehören, bei den Lehrlingen und Gesellen nicht durchschnittlich 55 bis 56 Procent, die der Studenten nicht 60 Procent Kurzsichtige enthält. Und wenn man auch zugesteht, dass schlechte Beleuchtung, enger Druck und feine Handschrift, vorgebeugtes Sitzen etc. auch bei den häuslichen Arbeiten sehr ungünstig einwirken, so muss man doch einräumen, dass mehrere dieser Nachtheile aus Gewohnheiten der Schule in das Haus herübergebracht werden, zum mindesten, dass die Schule dem Aufkommen schlechter Gewohnheiten in dieser Beziehung nicht genügend wehrt, dass sie einzelne vielmehr geradezu fördert."

Diese goldenen Worte Virchow's sollte man allen den Pädagogen und Aerzten zurufen, welche behaupten, „dass die Jugend nicht in der Schulstube, sondern zu Hause myopisch wird."

Vergessen wir doch nicht, dass Lesen und Schreiben nicht zu Hause sondern in der Schule gelehrt, und dass die schlechte Haltung erst von dort nach Hause gebracht wird. Und wenn wir auch zugeben, dass in den oberen Klassen der Gymnasien die häuslichen Arbeiten leider oft längere Augenanstrengung verursachen, als die Thätigkeit in der Schule, so gilt dies doch durchaus nicht für die Elementarschulen, in denen höchstens eine Stunde für die Hausarbeiten auf vier bis fünf Schulstunden täglich kommen.

Erwähnenswerth ist übrigens, dass selbst die Vertheidiger der Entstehung der Myopie im Hause doch der Schulstube mit ihren Schädlichkeiten eine nicht zu unterschätzende Rolle zuschreiben und einräumen, dass das Ziel einer richtigen Sitzstellung ungemein erschwert wird, „wenn schlechte Schuleinrichtungen den Schüler immer wieder zu einer schlechten Körperhaltung veranlassen."[1]

---

[1] Vgl. Förster, Behandlung der Myopie. *Breslauer ärztl. Zeitschr.* 1886. Nr. 4.

Eine grosse Anzahl von Augen-Untersuchungen wurde später auch in anderen Städten vorgenommen und ergab im grossen Ganzen immer die nämlichen Resultate, wie die in Breslau gefundenen. Man hätte meinen sollen, da nun bereits über 80000 Schulkinder untersucht, und da immer dieselben statistischen Ergebnisse gefunden worden, dass wenigstens von Seiten der Aerzte nun Alles werde aufgeboten werden, um die Behörden auf die Gefahren hinzuweisen, welche das Umsichgreifen der Myopie im Gefolge habe.

Es geschah dies allerdings auch zunächst und zwar in der dankenswerthesten Weise. Seit etwa drei Jahren aber hat sich dies geändert, indem eine Reaction gegen die Reformbestrebungen betreffs Verminderung der „Schulmyopie" in ärztlichen Kreisen begann.

Es wäre höchst verfehlt, vor dieser Bewegung die Augen zu verschliessen; im Gegentheil, ihre Gründe sind ausführlich und eingehend zu erörtern und um der Wahrheit willen, auf die allein es doch allen Theilen ankommt, auf ihre Haltbarkeit zu untersuchen. Es ist dies um so mehr nothwendig, als die Frage nach dem Bedürfniss von Schulärzten, wenn auch sicher nicht ausschliesslich, so doch sehr wesentlich davon abhängt, wie wir die Kurzsichtigkeit auffassen, ob als etwas ganz Gleichgiltiges und Unbedenkliches oder als eine wahre Krankheit.

Zunächst zeigte sich ein gewisser Umschwung in der Würdigung der Bedeutung der früheren statistischen Untersuchungen. Bereits 1879 machte Just[1] die bemerkenswerthe Mittheilung, dass er in dem neuen sehr hellen Gymnasium in Zittau auch 80 Procent Myopen gefunden habe; er suchte das dadurch zu erklären, dass wohl die häuslichen schlechten Verhältnisse hier mitgewirkt haben mögen.

Demnächst gelangte die Frage auf der Ophthalmologen-Versammlung in Heidelberg 1883 (Bericht S. 77) zur Erörterung. Otto Becker, der die früheren statistischen Arbeiten in äusserst wohlwollender Weise beurtheilte, meinte mit Recht, es sei der Nachweis nicht geliefert, dass die Myopie jetzt gegen früher überhandnehme. Man habe eben vor Donders' grossen Arbeiten über „Refraction und Accommodation", d. h. vor länger als 20 Jahren keine exacten Augenuntersuchungen machen und nicht genau die Uebersichtigen von den Kurzsichtigen trennen können; man müsse, meint Becker, jetzt ganz genaue Bestimmungen machen und diese 25 Jahre lang wiederholen, um zu sehen, ob eine Zunahme stattfinde oder nicht; aber Becker, der hervorragende Ophthalmologe, setzt gleich hinzu: „Um nicht missverstanden zu werden, will ich ausdrücklich

---

[1] *Archiv für Augenheilkunde.* S. 101.

betonen, dass es mir nicht in den Sinn kommt, die Bedeutung der Schulhygiene zu unterschätzen oder gar die Verdienste der Wortführer für die Verbesserung und wissenschaftliche Ausbildung derselben zu schmälern." Immerhin aber meint Becker, man ginge zu weit, aus den Angaben von Florschütz, dass sich in den Coburger Bürgerschulen im Jahre 1874: 12 bis 14, im Jahre 1877 nur 4 bis 7 Procent Myopen fanden, zu folgern, daran seien die mittlerweile neu erbauten Schulpaläste schuld, und dies in drei Jahren!

Bei den Elementarschulen halte ich aus weiter unten (S. 258) zu erörterndem Grunde die Folgerung von Florschütz nicht für ganz unbegründet; hat doch auch Seggel die günstigen Resultate im bayerischen Cadettenhause zum Theil auf die gute Beleuchtung desselben bezogen.

Ferner bringt Becker eine Tabelle, welche zeigt, dass wegen Myopie, d. h. wegen sehr hoher Grade von Myopie in den 25 Jahren 1856 bis 1880 fast stets der gleiche Satz von 1 bis 2 Procent unter den Stellungspflichtigen untauglich befunden wurde, allerdings nur in vier Bezirken in und um Heidelberg. Er hält selbst mit Recht die Zahlen noch für zu klein für allgemeine Schlüsse, wünscht jedoch ähnliche Untersuchungen anderwärts gemacht zu sehen, womit wir völlig übereinstimmen. Aber wir dürfen ja nicht vergessen, dass nur die sehr hohen Grade von Myopie militairfrei machen; dass es aber eben die mittleren Grade von Myopie sind, die auf den Schulen erworben werden, habe ich vor 20 Jahren wiederholt durch Zahlen belegt. — Endlich bekämpfte Becker die erste These des Genfer Congresses und erklärte hierbei (S. 84): „Sollten die Vorschläge Cohns hinsichtlich der Anstellung von Reichs-, Regierungs- und gewöhnlichen Schulärzten durchgeführt werden, so wäre damit ein bureaukratischer Apparat geschaffen, der Alles hinter sich lässt, was jemals für eine specielle Aufgabe geschehen ist." Ich bleibe nun freilich bei der Ansicht, dass ohne eine solche Theilung eine nutzbringende schulärztliche Organisation und der Entwurf einer Pathologie der deutschen Schulkinder unmöglich ist; finden wir doch beim Militair, bei der Post, bei der Bahn, bei der Regierung, bei allen Aemtern: locale, provinziale und Reichsbehörden. Wie soll man es anders bei Betrachtungen über Millionen Schulkinder machen? Und wir haben mehr als sechs Millionen Schulkinder in Deutschland! —

Im Anschluss an Becker theilt Maiweg in der Versammlung der Ophthalmologen zu Heidelberg (Bericht S. 88) mit, auch er habe in Hagen in den neuerbauten Schulen oft mehr Kurzsichtige gefunden, als in den schlechten; er zog die erbliche Disposition heran, die er

bei 90 Procent in einer Töchterschule nachweisen konnte; eine genaue Statistik gab er freilich nicht.

Hiergegen ist jedoch Folgendes zu bemerken: Wenn Just in dem neuen Gymnasium zu Zittau, das hygienisch tadellos ist, und wenn Maiweg in Hagen mehr Myopen fand, als ich „unter den ungünstigsten Verhältnissen," so ist zweierlei zu erwägen: 1) ich habe die schwachen Grade von Myopie, die kleiner als eine Dioptrie (< $^1/_{36}$ Zollbrille) waren, nicht aufgezeichnet und habe daher im Ganzen viel weniger Myopen-Procente gefunden, als alle späteren Untersucher, die diese schwachen Grade auch mit aufgenommen haben. 2) Man darf betreffs der Locale nur die der Volks- und Elementarschulen mit einander vergleichen, weil hier im Ganzen recht wenig häusliche Arbeiten aufgegeben werden und weil die Schädlichkeiten hauptsächlich von den Schulen datiren, während in den höheren Schulen die Hausarbeit eine sehr grosse ist und dort auch viele andere Factoren mitspielen. —

Im Jahre 1883 erschien eine grosse Arbeit von Tscherning[1] in Kopenhagen, welche wegen des bedeutenden Materials, dass er bearbeitet (7564 Personen und zwar nicht bloss Schüler, sondern junge Männer von 18 bis 25 Jahren, die zur Gestellung kamen), sehr werthvoll ist und die den oben mitgetheilten Wunsch von Virchow (s. oben S. 255) erfüllt. Gleichwohl ist dieselbe nicht einwandsfrei; denn einerseits, was indess minder betont werden soll, prüfte Tscherning nur mit dem Augenspiegel und berücksichtigte seine eigene schwache Kurzsichtigkeit (Myopie 0.5) im ersten Jahre der Untersuchung nicht (S. 216), anderseits aber, und das ist bedeutsam, hat Tscherning eine ganz willkürliche Eintheilung der abnormen Refraction eingeführt: er rechnete jede Myopie < 2 D, und jede Hyperopie > 2 D[2] zur Normalsichtigkeit E, und das ist falsch. Ein Kurzsichtiger oder Uebersichtiger, der — oder + 1.75 braucht ist ebenso als abnorm anzusehen, wie der, welcher — oder + 2 braucht.

Trotzdem Tscherning also sehr viele als normal aufgenommen, die es nicht waren, kommt er doch zu dem Resultate, dass der Einfluss der Nahearbeit evident ist. Bei den Studirenden und Comptoiristen fand er 32 bez. 16 Procent, bei den Handwerkern, die grobe Arbeiten machen, nur 5 Procent und bei Landleuten gar nur 2 Procent Myopen; von den Studenten waren 38 Procent kurzsichtig. Tscherning meint, dass die Nahearbeit eine bedeutende Rolle als Ursache der Myopie spielt, dass letztere aber in niedrigen Grenzen bleibt, durchschnittlich 3 D, (Nr. 12 Zollbrille) und daher nicht bedenklich sei; die

---

[1] Graefe's *Archiv*. Bd. XXIX. S. 216.

[2] Nach alter Zollrechnung etwa Brille Nr. 18. Eine Dioptrie (D) entspricht ungefähr 36 Zoll.

höheren Grade würden immer seltner. Schon vor 20 Jahren gelang mir der Nachweis, dass grade die niederen und mittleren Grade von Myopie auf den Schulen am häufigsten vorkommen; ich hatte unter den 10000 Kindern 919 mit Myopie 1 bis Myopie 3, 76 mit Myopie 3·5 bis 4·5 und nur 9 mit Myopie 5 bis 6, aber nie eine stärkere Myopie als 6 gefunden. Wenn nun Tscherning die höchsteu Grade Myopie 9 bis 12 häufiger unter der Landbevölkerung als unter den besser Unterrichteten findet und meint, dass diese hohen Grade angeboren seien oder ganz anderen Gesetzen folgen, so entkräftet das in keiner Weise die Gesetze über die Zunahme der Zahl und des Grades der Myopie auf Schulen, die ich 1866 mitgetheilt. Aber Tscherning sah die Leute auch nur in ihrem 20. bis 22. Jahre; wie die Myopie derselben im 40. Jahre sein wird, kann er natürlich nicht wissen.

Wenn Tscherning meint, dass die die Myopie begleitenden gefährlichen Krankheiten nur Kurzsichtige treffen, die mehr als 9 D. haben, so irrt er sich. Ich habe oft genug Netzhautablösung und centrale Netzhautzerstörung schon bei Myopie 5 und 6 gesehen; und welcher Oculist sollte nicht wissen, dass Glaskörpertrübungen, störende Muskelinsufficienzen und Chorioiditis oft schon bei noch schwächeren Graden auftreten. Myopie 6 ist übrigens an sich schon eine recht unangenehme Zugabe fürs Leben.

Trotz sonstiger Vorzügen birgt die Arbeit von Tscherning also eine grosse Gefahr, insofern sie die Behörden veranlassen könnte, dien Prophylaxe zu vernachlässigen und die Myopie zu unterschätzen.

Tscherning fasst die Schul-Myopie als eine Arbeitsanomalie auf, durch die Anpassung des Auges an die Arbeit hervorgerufen, nicht aber als eine eigentliche Krankheit. Ich frage: Wo ist der Nachweis geliefert, dass aus den sogenannten schwachen Arbeitsmyopieen sich nicht später die höheren Grade entwickeln?

Sehr wichtig ist das Bekenntniss von Tscherning (S. 241): „Die grosse Verbreitung der Myopie in den höheren Schichten der Gesellschaft muss unzweifelhaft so aufgefasst werden, dass auch die Vorfahren dieser Generation sich in einem oder mehreren Gliedern mit Nahearbeit beschäftigt und auf diese Weise eine Myopie erworben haben, die als Disposition auf die Nachkommen vererbt ist.“ Wir schliessen daraus, dass wir erst recht die Pflicht haben, zu verhüten, dass jetzt die schwachen Grade entstehen, damit die nächsten Generationen nicht stärker myopisch werden.

Darin können wir ihm übrigens nur beistimmen, wenn er S. 250 sagt: „Dass wir grösstentheils die Myopie der Nahearbeit verdanken, ist gewiss; was es aber bei den letzteren sei, das die Myopie bedingt, wissen wir nicht. Gerade der Umstand, dass so viele verschiedene Theorien aufgestellt sind, jede mit ihren Vertheidigern, welche die

Gültigkeit der anderen in Abrede stellen, gerade dieser Umstand ist ein Zeichen, dass wir in der That nicht wissen, wie die Sache sich verhält."

Wenn Tscherning die Myopie bis zu 9 D. für die Zukunft nicht bedenklich hält, weil er unter seinen Bekannten keinen Fall von vollständiger oder unvollständiger Erblindung gesehen, so können wir ihm nur ein langes Leben und weitere Arbeitskraft wünschen, damit er die jetzt 20 Jahre alten Myopen im 40. und 50. Lebensjahre untersuchen kann. Gerade dann entwickeln sich (s. unten Horner) die deletären Formen auch bei früher leichteren Graden. Die Grenze der Bedenklichkeit der Myopie erst bei 9 D. zu setzen ist vollkommen willkürlich von Tscherning; bereits Myopie 6 wird von den Militairbehörden als Grenze der Zulassung angesehen.

Die Einführung der Darwinschen Theorie von Tscherning, dass Myopie eine Anpassung an die Umgebung, an die Nahearbeit sei und nicht eine Krankheit, hat natürlich für Personen, die den grossen Darwin nicht verstanden haben, etwas sehr Bestechendes. Es kann also nicht Wunder nehmen, wenn in populären Journalen die Arbeit von Tscherning als eine sehr weit tragende gefeiert wird, da sie die Darwin'schen Principien auch in dieses Gebiet einführt. In solchen Journalen finden sich dann Aeusserungen, wie: Es wird viel zu viel Wesen von der Kurzsichtigkeit gemacht; sie ist ja gar keine Krankheit, sie ist nur eine Anpassung und zwar eine „ganz zweckmässige" Anpassung (das Wort „zweckmässig" suche ich allerdings in Tscherning's Aufsatz vergeblich); der civilisirte Mensch habe ja hauptsächlich nur in der Nähe zu thun; es ist also eine Naturhilfe, dass seine Augen kurzsichtig werden, damit er bequem in der Nähe arbeiten kann. — Wozu ist der Darwinismus nicht schon missbraucht worden? Wenn Jemand in falsch verstandenem Darwinismus uns beweisen will, der Farbensinn der Menschen habe sich allmählich entwickelt und die Menschen hätten ursprünglich nur roth, dann auch gelb, später grün und erst nach Homer blau gesehen, so zieht er sich höchstens eine Anzahl vernichtender Gegenschriften zu und muss es sich gefallen lassen, dass man ihm sagt: „Da in Lafontaines Fabeln des Wort blau nicht vorkommt, haben die Menschen erst nach Lafontaine die blaue Farbe gesehen"; — aber er schädigt durch seine Theorie keinen Menschen der Gegenwart oder der Zukunft. — Wenn aber Jemand in falsch verstandenem Darwinismus behauptet, die Myopie sei gar keine Krankheit, sondern vielmehr eine zweckmässige Anpassung an die Arbeit, damit man bequemer in der Nähe lesen und schreiben könne, so begeht er ein Verbrechen an der Hygiene der jetzigen und späteren Generation, wie wir unten zeigen werden. —

Im Jahre 1884 erschien eine Rectoratsrede von v. Hippel in Giessen,

betitelt: „Welche Maassregeln erfordert das häufige Vorkommen der Kurzsichtigkeit in den höheren Schulen?" Hippel ist zwar weit entfernt, die Bedeutung der Schulschädlichkeiten gering anzuschlagen, aber er meint, frühere Generationen hatten es viel schlechter, sie hatten schlechtere Bänke, schlechter gedruckte Bücher, schlechtere Lampen u. s. w. Das ist wohl richtig; aber wissen wir denn, wie viele jener früheren Schüler normalsichtig geblieben sind, und waren nicht früher überhaupt die Gymnasien viel weniger besucht als jetzt? Da v. Hippel ein gut beleuchtetes, frei gelegenes, neues Gymnasium untersucht hat, das mit guten Subsellien ausgestattet worden und allen modernen Anforderungen entspricht, und trotzdem 34 Procent Myopie gefunden, hegt er Bedenken gegen die Wirkung der schulhygienischen Schutzmittel. Ich möchte doch dagegen geltend machen, dass ich durchschnittlich 40 Procent, Weber in Darmstadt 44 Procent, Hess in Mainz sogar 57 Procent Myopie in den Gymnasien fand; dagegen ist die v. Hippel'sche Zahl 34 Procent doch gewiss ein Fortschritt.

Wenn v. Hippel diese immerhin nur noch zu hohe Zahl auf Fehler im Hause und in der Familie begründet, so kann er Recht haben; aber niemals werden wir den Satz von v. Hippel unterschreiben: „Bildung und Kenntnisse lassen sich nun einmal nicht erwerben ohne eine gewisse Schädigung des Körpers; gesorgt muss dafür werden, dass dieselbe nicht schwerer als nöthig wird." Wenn der Vordersatz richtig wäre, müssten ja alle fleissigen Schüler in gewisser Weise geschädigt werden! Und warum sehen wir z. B. in England die Schüler ohne Schädigung des Körpers viel lernen? — v. Hippel hat gefunden, dass im Laufe von drei Jahren 8 Procent myopisch geworden, bei 11 Procent der Grad der Myopie zugenommen hatte, und bei 16 Procent die Myopie stehen geblieben war. Aus diesen Zahlen folgert er, „dass die Gefahr, welche unseren heranwachsenden Generationen drohen soll, nicht in dem Umfange besteht, wie man es bisher meist angenommen hat." Ich folgere das gerade Gegentheil. Ist es denn nicht schlimm genug, wenn in drei Jahren fast der fünfte Theil aller Schüler eine Zunahme seiner Refraction erfahren hat? Uebrigens habe ich ganz Aehnliches schon 1870/71 hier im Friedrichs-Gymnasium gezeigt[1] und v. Reuss und Erismann haben ebenfalls bei jahrelang fortgesetzten Untersuchungen die Gefahr der Zunahme der Myopie anerkannt.

v. Hippel meint ferner, die normalsichtigen Schüler verliessen die Schule eher als die kurzsichtigen; unter 111 (aus welcher Klasse erfahren wir nicht) abgegangenen Schülern fand er nur 22 Myopen, während

[1] Vgl. *Osterprogramm der Anstalt.* 1872.

durchschnittlich im Gymnasium 34 Procent Myopen existirten.[1] Diese Zahlen lassen sich aber gar nicht vergleichen. Im Durchschnitte sind ja gerade die vielen myopischen Secundaner und Primaner enthalten; und ist es nicht immerhin möglich, wenn nicht sogar wahrscheinlich, dass die Abgegangenen ebenfalls kurzsichtig geworden wären, wenn sie noch länger den Schäden des Gymnasiums sich ausgesetzt hätten? Es kann nicht unsere Aufgabe sein, auf jenen statistischen Irrthum hier des Genaueren einzugehen; es ist dies in treffender Weise bereits von Schmidt-Rimpler geschehen.[2]

v. Hippel hat 15 Procent leichte, 14 Procent mittlere und 5 Procent hohe Grade von Myopie gefunden, „noch immer genug," wie er sagt, „um zur Anwendung aller nur möglichen Vorsichtsmaassregeln zu ermahnen, aber doch nicht so viel, um die schweren Vorwürfe zu rechtfertigen, welche gegen unsere höheren Schulen erhoben worden sind." Auch hier folgere ich gerade das Entgegengesetzte wie v. Hippel. Sind 34 Procent Kurzsichtige noch nicht genug Abnorme?!

v. Hippel giebt aber erfreulicherweise zu, dass über die „Berechtigung der Anforderungen, welche die Schulhygiene stellt," heute keine erhebliche Differenz besteht; nur darüber gehen die „Ansichten auseinander, auf welchem Wege man am sichersten zur Realisirung des als richtig Erkannten gelangt. Viele Pädagogen sind der Meinung, ihr guter Wille und ihre Einsicht gewährt eine ausreichende Garantie nicht nur für das geistige und moralische, sondern auch für das körperliche Gedeihen der ihrer Leitung anvertrauten Jugend; von medicinischer Seite dagegen wird immer dringender die Nothwendigkeit der ärztlichen Beaufsichtigung der Schulen betont, vom Schularzt allein alles Heil erwartet." v. Hippel wendet sich nun gegen Falk's, Baginsky's und meine Vorschläge betreffs der Aufgaben des Schularztes und sagt: „Alle diese Functionen, welche doch nicht nur ausserordentlich viel Zeit, sondern auch specielle bautechnische, pädagogische und medicinische, den meisten Aerzten keineswegs geläufige Kenntnisse erfordern, soll der Schularzt ausser seiner sonstigen Berufsthätigkeit ausüben, damit dem Staat und der Gemeinde nicht zu beträchtliche finanzielle Lasten erwachsen. Es leuchtet wohl auch dem Laien ohne Weiteres ein, dass eine derartige Institution uns zwar zu einem Heere neuer Staatsbeamten verhelfen und eine Quelle fortwährender Frictionen zwischen Pädagogen und Aerzten

[1] Auch Javal und Becker hatten die Vermuthung ausgesprochen, dass vielleicht die Gutsehenden, welche scharfe Augen für die Ferne brauchen, in den mittleren Klassen abgegangen, und nur die Schlechtsehenden in den oberen Klassen zurückgeblieben seien.

[2] Vgl. Graefe's *Archiv für Ophthalmologie*. Bd. XXXI. Abth. 4. S. 119.

werden, aber keineswegs den Nutzen für unsere Jugend haben würde, welchen viele davon erwarten."

Hierauf sei die Frage gestellt: „Giebt es nicht Fabrikärzte, Schiffsärzte, Knappschaftsärzte, Bahnärzte, Militairärzte und überall da Aerzte, wo eine grössere Anzahl Menschen zusammen sein müssen, und wirken alle diese Aerzte nicht segensreich? Haben sie beständige Frictionen mit den übrigen Beamten? Warum sollten gerade die Schulärzte eine Ausnahme machen?

v. Hippel meint, abgesehen von der Schwierigkeit überall geeignete Personen zu finden, welche fähig und geeignet wären, das dornenvolle und langweilige, arbeitsreiche Amt eines Schularztes zu übernehmen, abgesehen von den grossen Geldopfern, welche von den Gemeinden gebraucht werden müssten, würde die ärztliche Ueberwachung doch nur eine leere Formalität bleiben, weil dem Schularzt die Macht fehlt, das, was er für richtig und wünschenswerth hält, auch durchzusetzen. „Wenn Cohn und Baginsky fast dictatorische Befugnisse für den Schularzt fordern, wenn sie ihm das Recht vindiciren wollen, jede Schule zu schliessen, deren Räume und innere Einrichtungen den Anforderungen der Hygiene nicht entsprechen, so werden sie dabei schwerlich auf eine Unterstützung an maassgebender Stelle zu rechnen haben. Reformen auf diesem Gebiete lassen sich nicht mit einigen Federstrichen durchführen, sondern durch ernste, opferwillige Arbeit von Generationen."

So gut jedes baufällige Haus von der Polizei geschlossen wird und die Einwohner ausziehen müssen, so gut eine defecte Senkgrube beseitigt, vergiftete Brunnen geschlossen und verdorbene Nahrungsmittel ohne Weiteres cassirt werden, so gut müssen auch schädliche Schulen geschlossen werden. Man darf in der That mit Falk[1] sagen: „Der Staat überwacht mit Recht den Verkauf der Nahrungsmittel vom hygienischen Standpunkte; sollte die Wohlfahrtspolizei den Stätten fernbleiben, in welchen die geistige Nahrung credenzt wird?"

v. Hippel meint, er wolle, wenn er auch officielle Schulärzte für keinen Gewinn halte, doch keineswegs jede ärztliche Mitwirkung aus der Schule verbannen; „sie wird überall da wünschenswerth und nöthig sein, wo der gute Wille der Lehrer nicht hinreicht, körperliche Fehler und Leiden der Schulkinder richtig zu erkennen und ihren Folgen rechtzeitig vorzubeugen." Nun weiter sollen ja auch die Schulärzte nichts thun, als körperlichen Fehlern, z. B. der Myopie, rechtzeitig vorzubeugen; der „gute Wille der Lehrer" reicht ja niemals hin, eine alte finstere Klasse in eine helle zu verwandeln und besseres Mobiliar hineinzubringen.

---

[1] *Die sanitätspolizeiliche Ueberwachung der Schulen.* S. 84.

v. Hippel schliesst seine Rede mit den Worten: „Nicht durch bureaukratische Maassregeln wird das körperliche Gedeihen unserer Schuljugend befördert werden, sondern durch Verbreitung richtiger hygienischer Grundsätze in immer weiteren Kreisen der Bevölkerung, durch harmonisches zielbewusstes Zusammenwirken von Schule und Familie.“ Hiergegen seien wiederum ein Paar Fragen gestattet: Wird das Elisabetan, wenn es noch so zielbewusst mit der Familie arbeitet, dadurch im Stande sein, den 28 Procent Schülern, die dort kein Himmelslicht sehen, dasselbe beim Arbeiten zu verschaffen? Oder kann das „harmonische zielbewusste Zusammenwirken des Magdalenen-Gymnasiums und der Familie“ nur einen der sämmtlichen Schüler, welche im Zeichensaale ungenügendes Licht haben, hellere Zeichenplätze schaffen? Durch die Hippel'schen Sätze wird in Jahrzehnten vielleicht, durch den Schularzt aber bald Verbesserung gebracht werden. —

Die neueste Arbeit von Stilling in Strassburg[1] schliesst sich in mancher Beziehung den Aufsätzen von Tscherning und v. Hippel an. Stilling kritisirt namentlich die Statistiken der Schüler-Untersuchungen und meint, dass unter den schwach Kurzsichtigen viele Fälle von Uebersichtigkeit verborgen seien, die nicht ordentlich diagnosticirt wurden.[2]

Dass diagnostische Irrthümer überhaupt bei Massenuntersuchungen vorkommen, glaube ich gern, auch dass Hyperopie und Astigmatismus scheinbare Kurzsichtigkeit vortäuschen können; aber diese Fehler dürften bei den vielen tausend Untersuchungen, die vorliegen, auf das Gesammtfacit wenig Einfluss haben. Uebrigens findet Stilling selbst gerade seine und meine Zahlen recht gut übereinstimmend.

---

[1] *Archiv für Augenheilkunde.* 1885. S. 133.

[2] Stilling erzählt, dass sich unter seinen Zuhörern einer befunden, den ich unter meinen 10000 Schulkindern untersucht, für kurzsichtig erklärt, und dem ich eine Concavbrille empfohlen habe, während dieser Student unverkennbar übersichtig sei.

Wäre der von Stilling gerügte Irrthum in der That vorgekommen, so würden doch die Schlüsse, die ich aus den Untersuchungen der 10000 Breslauer Schulkinder gezogen, dadurch keineswegs beeinträchtigt. Es liegt jedoch jener Irrthum in der That nicht einmal wirklich vor; denn

1. wurde jener Student gar nicht unter den 10000 Schulkindern im Jahre 1866 untersucht, sondern erst vier Jahre später auf einem ganz anderen Gymnasium (Friedrichs-Gymnasium), über das ich apart 1872 im Osterprogramm berichtet habe;

2. wurde er dort nicht als kurzsichtig, sondern als augenkrank (Ak) in den Listen (S. 7) aufgeführt; alle Fälle, welche bei der Leseprobe Kurzsichtigkeit zeigten, wurden damals bespiegelt, und jeder Fall, der eine Abnormität aufwies, wurde nicht unter M, sondern unter Ak subsumirt; jener Schüler zeigte einen Hornhautfleck und Pigment auf der Kapsel, Folgen einer $^1/_2$ Jahr zuvor erlittenen Verletzung;

3. habe ich damals ihm so wenig als irgend einem Schüler vor der Pubertät eine Concavbrille empfohlen.

Auch er hält wie Tscherning die Myopie mittleren Grades nicht für bedenklich; er ist aber ein viel zu feiner Kenner Darwin's, als dass er diese Myopie in Tscherning's Sinne auffassen würde. Stilling sagt: „Im Darwin'schen Sinne darf man den Vorgang dieser Anpassung wohl kaum auffassen, sondern man muss sich eben vorstellen, dass man es mit analogen Vorgängen zu thun hat, wie bei der Entwickelung der sogenannten Reiterbeine oder der Hände von Klavierspielern". Dann aber heisst es weiter: „Was die mittleren Grade der Myopie anlangt, von denen wir annehmen müssen, dass sie eine Anpassung der Augen an die an und für sich unnatürliche Anforderung des anhaltenden Nahesehens bedeutet, so lässt sich bekanntlich sehr darüber streiten, ob sie ein Uebel sei, selbst wenn sie sich mit steigender Culturarbeit noch weiter ausbreiten sollte, als dies jetzt der Fall. Aber wenn man das auch zugeben will, muss auf der anderen Seite zugestanden werden, dass diese Arbeitsmyopie, verglichen mit der grossen Zahl weit grösserer Uebel, welchen der menschliche Organismus ausgesetzt ist, ein sehr geringes und höchst erträgliches sei, keineswegs geeignet, so grosse Befürchtungen zu erregen, wie dies vielfach geglaubt wird." Nun freilich: Krebs, Cholera, Typhus u. s. w. sind gewiss noch gefahrvoller als Myopie; aber ist darum, weil es Schlimmeres giebt, das Aufhören der Fernsicht gleichgültig? Jeder Normalsichtige, der nur einen Tag sich mit + 3 bewaffnete und auf diese Weise sich künstlich kurzsichtig machte, würde ganz anderer Ansicht sein. Ich will gar nicht davon sprechen, wie schlimm der myopische Soldat, Polizist, Jäger u. s. w. daran ist, dem die Brille verloren, zerbrochen, verbogen, ja nur angelaufen ist! —

Schliesslich registriren wir mit besonderer Befriedigung das Zugeständniss, das auch Stilling in den Worten macht: „Dass schlechte Beleuchtungsverhältnisse, schlechter Druck und dergleichen einen Einfluss auf die Entwickelung von Myopie haben, kann nicht bestritten werden; denn ungünstigen Verhältnissen muss sich das Auge mehr als günstigen anpassen; ob aber dieser Einfluss ein so grosser ist, steht dahin. Die von Cohn vorgeschlagenen hygienischen Maassregeln, deren Rationalität ich nicht bestreite, müsste man auch für Fabriken, Werkstätten etc. einführen." —

Diesen Arbeiten von Becker, Tscherning, v. Hippel und Stilling stehen nun fast diametral die anderer und nicht minder zuverlässiger und anerkannter Forscher gegenüber. An ihrer Spitze steht Horner, dem wir eine ausgezeichnete, sehr lehrreiche, viele neue Gedanken enthaltende Schrift über Brillen [1] verdanken. Horner ist, was sein an sich gewichtiges Urtheil noch gewichtiger macht, selbst kurzsichtig. Sehr

[1] *48. Neujahrsblatt zum Besten des Waisenhauses in Zürich für 1885.*

beherzigenswerth sind seine Ansichten über die erbliche Myopie (S. 24): „Die zu Myopie erblich Disponirten bedürfen noch mehr prophylaktische Pflege, als die nicht erblich Belasteten. Wir begegnen hier einem Verhältniss von allgemeiner Bedeutung, das oft genug ganz irrig aufgefasst wird. Wir wollen ein alltägliches Beispiel wählen. Wie oft hört man den Ausspruch einer Mutter, der man bessere Pflege für die Zähne ihres Kindes empfiehlt: „Ach, das nützt nichts, ich habe auch schlechte Zähne gehabt.“ Ebenso irrig fasst man auch die Erblichkeit der Myopie als Entschuldigung für mangelnde Schonung auf. In beiden Fällen ist das Umgekehrte richtig. Bei ungünstiger Beanlagung rettet nur die verdreifachte Sorgfalt und Pflege den Zahn, das Auge, die Lunge; sie thut es aber auch. Gefahr und Stärke einer Krankheit sind immer nicht bloss von der Menge der krankmachenden Ursachen, sondern auch von individuellem Widerstand abhängig; ist der letztere schwach, so muss seine Kräftigung erstes Ziel sein, und um beim Vergleiche zu bleiben, der Posten für Zahnbürste und Zahnpulver im Haushaltungsbuche erhöht werden.“ Horner spricht auch die sehr richtige Ansicht aus, dass die ganz ohne Anlage erworbene Myopie ebenso zweifellos vorhanden ist, als die disponirte, und dass auf das sorgsamste Personen beobachtet wurden, die aus Uebersichtigen allmählich kurzsichtig wurden. „Ist dieser Uebergang in Myopie gefährlich? Man spricht von Myopie als von einer zweckmässigen Anpassung an die Art der Arbeit, etwa wie die Oberhaut des Fingers der Geigers sich verdickt. Will man mit dem Begriff der Anpassung auch denjenigen der Zweckmässigkeit vereinigen, so ist diese Auffassung für die Myopie ganz unrichtig. Denn in der Wachsthumszeit hat die grosse Mehrzahl der Augen kein Bedürfniss kurzsichtig zu werden, da das Accomodationsvermögen völlig ausreicht zur Arbeit, und nach Abschluss der Jugend bietet die Kurzsichtigkeit mehr Gefahr als Nutzen. Will man mit „Anpassung“ nur sagen: Die Veränderung ist das nothwendige Product des Gebrauchs, seiner Ausdehnung und Art, so ist dies richtig; aber dann vergesse man nicht, dass diese Anpassung sehr häufig die Grenze der Gesundheit überschreitet, möge es sich um den Plattfuss des Bergbewohners, das Emphysem des Trompeters, den gewölbten Rücken des Preisturners oder die Kurzsichtigkeit der Gelehrten handeln, dann nämlich, wenn die Function des Organs unmässig beansprucht wird und nicht zwischen Ruhe und Arbeit die rechte Mitte hält.“

Ganz im Gegensatze zu den Ansichten von Stilling hält Horner die Myopie für eine grosse Hemmung für die Berufswahl, das Fortkommen, die Existenz; „in einer grossen Zahl von Berufsarten namentlich auch beim weiblichen Geschlecht geht das Tragen von Brillen un-

möglich an oder es würde eine so starke Brille verlangt, wie sie gar nicht ertragen wird. Wer so oft den Jammer erlebt, dass ein gewählter Beruf wegen starker Myopie nicht weiter gepflegt, ein gewünschter nicht gewählt werden kann, hat das Recht, diese volkswirthschaftliche Seite zu betonen.“ Sehr richtig und der grössten Verbreitung würdig sind Horner's Erfahrungen über die Gefahren der Myopie. „Der Grad der Myopie, der die Grenze bildet, jenseits deren die Gefahr fast Regel wird, ist ausgedrückt durch Myopie 6 (nicht 9 wie Tscherning glaubt). Da diese Myopie von denjenigen, welche z. B. im 12. Jahre nur die Hälfte haben, leicht noch erreicht wird, ist die starke Kurzsichtigkeit um so gefährlicher, je jünger das Individuum, das sie zeigt. Und nun kann eine Thatsache nicht genug hervorgehoben werden: Die Todesgefahr des stark kurzsichtigen Auges steigt mit dem **Alter** und wird durchschnittlich vom **50. Jahre** immer drohender.“ Von 1878 Myopen, die Horner von 1880 bis 1883 in seiner Wohnung untersuchte, zeigten 34 Procent schwere Complicationen und darunter neun Glaskörpertrübungen, elf Aderhautentzündungen, vier Netzhautablösungen und 23 Procent grauen Staar. Der Altersdurchschnitt dieser 629 Fälle von Kurzsichtigkeit mit schweren Complicationen war 50·3 Jahre.

Bekanntlich hat man eigene Schulen für Kurzsichtige vorgeschlagen; diese hält Horner nicht für nöthig; wir stimmen vollkommen seinen Worten bei: „Lieber möge man alle Schüler behandeln, wie wenn sie kurzsichtig werden könnten!“

Horner kommt zu dem beherzigenswerthen Schlusse, „dass der Kampf gegen die Kurzsichtigkeit und ihre Verbreitung ein vollberechtigter sei für die, die es werden, für die, die es sind und für die, die nachkommen. Glücklicherweise ist der Kampf auf der ganzen Linie entbrannt; hüte man sich vor dem Erkalten!“ —

Wir haben hier noch die neuen gründlichen Untersuchungen von Schmidt-Rimpler zu erwähnen.[1] Derselbe hat meine früheren Angaben, welche von v. Hippel bezweifelt wurden, bestätigt, dass auch die Grade der Myopie mit den Schuljahren zunehmen. Schmidt kann auch Tscherning nicht beistimmen, dass die Arbeitsmyopie unschädlich wäre, da auch eine Anzahl Augen durch die Naharbeit zu Myopiegraden geführt wird, welche mit gefährlichen Krankheiten sich zu compliciren pflegen (S. 171); Schmidt hält wie Horner die Ansicht Tscherning's, dass die Gefahr erst mit 9 D beginne, für den klinischen Erfahrungen nicht entsprechend. „Und von diesen Gefahren selbst abgesehen, sagt Schmidt, bringt die Myopie hinreichende Nachtheile mit sich, um die Sorgfalt,

[1] Vgl. v. Graefe's *Archiv.* 1885. Bd. XXXI. Abth. 4. S. 115.

welche man jetzt zu ihrer Bekämpfung verwendet, zu rechtfertigen. Er betont mit Recht, dass trotz corrigirender Gläser durchschnittlich die Myopen mittlerer und höherer Grade an Sehschärfe für die Ferne einbüssen.

In neuester Zeit ist ferner Schiess-Gemusaeus in Basel gegen die Tscherning'sche Lehre aufgetreten.[1] Er sagt sehr richtig: „Die Darwin'sche Theorie hat sich auch in der Lehre der Myopie bemerklich gemacht. Man hat sogar die Sache von fachmännischer Seite ad absurdum getrieben, indem man eine fatalistische Bestimmung für Kurzsichtigkeit annahm, ohne der Nahearbeit ihr unzweifelhaftes Recht zu lassen. Nur Kinder mit kurzsichtigen Eltern oder Grosseltern sollten kurzsichtig werden können. Dem widerspricht aber alle unbefangene Beobachtung; täglich sehen wir junge Leute Myopen werden, die vom Lande kommen und deren Eltern und Voreltern ausgezeichnete Augen hatten. Sie sind erst Myopen geworden, als sie ihr Ackergeräth oder Handwerkszeug mit der Feder und dem Buche vertauschten. Uebrigens wird doch der Aeltervater der Myopen auch nicht zufällig myopisch geworden sein, und die Ursachen, die vor einigen tausend Jahren bei ihm Kurzsichtigkeit hervorriefen, werden ja auch heute wieder die gleiche Wirkung erzeugen können.“ Schiess vergleicht die Myopie mit der Phthisis, da ja auch Kinder phthisischer Eltern unter günstigen Verhältnissen alt werden und sich gesunder Kinder erfreuen könnten.

Auch Seggl wendet sich am Schlusse einer sehr gediegenen Arbeit über normale Sehschärfe[2] ebenfalls energisch gegen die Ansicht von Tscherning, dass die durch Lesen hervorgerufene Myopie als gutartig aufzufassen sei. Den wirklich verderblichen Einfluss der Naharbeit beweist er vortrefflich durch eine Zusammenstellung der Augenbefunde von 1870 Soldaten, unter denen die Bauernknechte nur zwei Procent, die Taglöhner drei Procent, die Handwerker und Gewerbtreibenden acht Procent, dagegen alle aus höheren Schulen hervorgegangenen 57 Procent Myopen lieferten! Auch Seggl ist der Ansicht, dass „die Bekämpfung der Myopie nicht nur um ihrer selbst willen, sondern auch wegen der selbst bei den niederen Graden damit verbundenen Abnahme der Sehschärfe ein dringendes, nicht oft genug zu urgirendes Gebot ist.“

Wenn wir somit alle augenärztlichen neueren Autoren, auch die Gegner befragen, so finden wir doch keinen, der nicht der Ansicht wäre, dass in den Schulen alles so eingerichtet sein solle, dass es den Augen nicht Schaden bringt.

---

[1] Ueber Schule und Kurzsichtigkeit. *Allgemeine Schweizer Zeitung.* 1886.

[2] Vgl. Graefe's *Archiv.* 1884. Bd. XXX. Abth. 2. S. 139.

Alle Ophthalmologen sind darin einig, dass schlechte Körperhaltung, sei sie nun durch schlechte Beleuchtung oder durch schlechte Subsellien bedingt, Myopie erzeugen könne. Und keine Dialektik ist im Stande, die Thatsache wegzuwischen, dass mehr als die Hälfte aller Primaner und Studenten myopisch ist.

Der Kurzsichtigkeit entgegen zu arbeiten, wird also eine Hauptaufgabe der Schulärzte sein, und ein grosses Feld der Thätigkeit ist ihnen da gerade in den Breslauer Schulen gegeben.

Die Subsellien sind nahezu in allen Breslauer Klassen schlecht;[1] denn es giebt fast nicht eine einzige Klasse, in der die grösseren und kleineren Schüler an verschieden grossen Subsellien sitzen. Die Kinder müssten in jeder Klasse nach ihrer Körpergrösse vom Schularzte beim Beginn eines jeden Semesters in zwei bis drei verschiedene Bankgrössen gesetzt werden und dürften dann nur in diesen Abtheilungen certiren, wenn das Certiren für unvermeidlich aus pädagogischen Gründen erachtet wird.

Die Anschaffung der richtigen Subsellien tritt in neuester Zeit um so mehr in den Vordergrund, als man jetzt anfängt, auch kleinen Kindern bereits Concavbrillen und sogar sehr starke Nummern zu verordnen.

Früher perhorrescirte man dieselben, und bedeutende Forscher, welche ihre Assistenten und Schüler Jahrzehnte lang nicht eindringlich genug darauf aufmerksam machen konnten, ja keinem Kinde vor der Pubertät, ja sogar vor Beendigung des Wachsthums eine Concavbrille oder höchstens eine ganz schwache Brille zur Fernssicht zu gestatten, ändern jetzt ihre Lehre und verordnen permanente Gläser zur Arbeit.

Nachdem Erismann in Folge seiner Untersuchungen im Jahre 1871 es rund ausgesprochen, dass jeder jugendliche Myop leide, wenn er eine Concavbrille trage, betonte ich bereits in der Ophthalmologen-Versammlung zu Heidelberg,[2] dass es einer der allerschwierigsten Punkte der Statistik sei, festzustellen, ob in einem speciellen Falle bei einem bestimmten Grade von Myopie eine bestimmte Art von Brillen schädlich oder nicht. Nur monatelange vergleichende Beobachtungen von Myopen gleichen Grades, die unter sonst gleichen Verhältnissen und gleicher Beschäftigungsdauer zum Theil mit zum Theil ohne Brillen arbeiten könnten zur Lösung der Frage führen.

---

[1] Eine sehr rühmliche Ausnahme macht, wie ich erst während der Correctur dieses Aufsatzes erfuhr, die kathol. höhere Bürgerschule, deren Director, Herr Dr. Höhnen, treffliche Bänke angeschafft hat, deren Sitze für jeden Schüler allein vor- und zurückschiebbar sind. Auch werden in dieser Schule erfreulicher Weise die Kinder nach der Grösse an entsprechenden Subsellien placirt.

[2] Vgl. *Monatsblatt für Augenheilkunde.* 1871. S. 311.

Im Allgemeinen hat man bis vor Kurzem nur selten Concavbrillen zum Schreiben verwendet; erst Paulsen in Hamburg[1] gab den Rath, allen Myopen möglichst frühzeitig Concavgläser auch zur Arbeit zu verordnen.

Es ist hier[2] nicht der Ort, die Theorieen über die Entstehung der Kurzsichtigkeit genauer zu besprechen; denn in dieser Lehre ist Alles streitig. Man könnte die Theoretiker eintheilen in die Nativisten (welche Alles auf erbliche Disposition beziehen), in die Tensoristen (welche den Tensor der Aderhaut, also die Accommodationsanstrengung als Ursache der Myopie betrachten) und in die Convergisten (welche der vermehrten Convergenz der Augen bei der Naharbeit die Entstehung der Myopie zuschreiben). Im Grunde genommen befindet man sich noch völlig im Gebiete der Hypothese; keine Theorie ist bisher im Stande, alle Vorgänge bei dem langsamen Längerwerden des Augapfels der Myopen ganz hinreichend zu erklären.

Die Convergenztheorie hat viel Bestechendes, obgleich sich auch gegen sie Manches einwenden lässt. Wer sie unterschreibt, wird natürlich alles Heil in der permanenten concaven Arbeitsbrille der Myopen finden: denn diese entlastet die Convergenz; aber in sehr richtiger Weise bemerken die Vertheidiger derselben, dass die Concavbrille ein Gift ist, wenn das Auge trotz derselben der Schrift nahekommt.

Wenn es nun wirklich so vortheilhaft ist, dem Myopen diese Arbeitsbrille zu geben, so sind die Schulärzte doppelt nothwendig; denn an den alten Subsellien können die Kinder nicht dauernd grade sitzen: es ist positive Distanz vorhanden und die Kinder sitzen nicht nach der Grösse. Wenn das so weiter bleibt, dann werden alle diese Concavbrillen nur nachtheilig wirken; denn bei der schlechten Haltung, zu der die Kranken jetzt gezwungen sind, müssen sie Convergenz und Accommodation hinter der Brille erst recht anstrengen[3] und so gewiss ihre Myopie vergrössern. Man empfiehlt mit Recht Durchsichtsstative.

---

[1] Vgl. *Die Entstehung und Behandlung der Kurzsichtigkeit.* Berlin 1883.

[2] In der demnächst erscheinenden englischen und russischen Ausgabe meiner Schrift: „Hygiene des Auges in den Schulen" sind meine Ansichten ausführlich mitgetheilt.

[3] Ich kann mich selbst als Beispiel für eine auf diese Art zur Progression gebrachte Myopie anführen. Ich sass in Secunda des finsteren Magdalenaeums und erhielt von einem tüchtigen Augenarzte damals Brille — 1·75, um in der Mathemathik die Zahlen an der Tafel zu erkennen. Lorgnons gab es vor 32 Jahren noch nicht. Es war mir zu lästig, die Brille auf- und immer wieder abzunehmen, wenn ich von der Tafel in mein Heft sah; ich behielt sie also permanent auf. Die Bänke waren damals so schlecht wie heute, sie hatten grosse horizontale Plusdistanz: ich musste auf das Buch herabsinken. So nahm denn unter der Brille die Myopie so zu, dass ich beim Abiturientenexamen bereits — 5·0 brauchte.

besonders das von Kallmann; aber die Kinder sind in den unteren Klassen schon schwer hinter denselben zu erhalten, wie viel schwieriger in den oberen. Vielleicht ist ihnen das neue Stativ von Landsberg in Hannover[1] bequemer.

Auch betreffs der Tages- und künstlichen Beleuchtung wird der Schularzt speciell in Breslau sehr viel zu thun haben. Wir besitzen ja jetzt den guten Raumwinkelmesser von Leonhard Weber;[2] mit demselben muss in jedem Zimmer untersucht werden, wie weit noch brauchbares Tageslicht selbst an trüben Tagen zu erwarten ist.[3] Jeder Schüler muss wenigstens 50 Quadratgrad Raumwinkel (d. h. Himmelslicht) bekommen, und es wird Sache des Schularztes sein, dafür zu sorgen, dass die Plätze, welche weniger Quadratgrade haben, unbesetzt bleiben. Der amtlichen Verfügung des Schularztes wird schon Folge gegeben werden; aber wer kümmert sich jetzt um den Raumwinkel?

Im Magdalenen- und Elisabetgymnasium sieht der vierte Theil der Kinder keinen Himmel, wie oben schon erwähnt; die Mehrzahl der Klassenzimmer dieser Anstalten sind — milde gesprochen — sehr dunkle Punkte in unserer Schulhygiene, mit denen wir uns bei dem Congress der Hygieniker, welcher im September in Breslaus Mauern tagen soll, leider keine Ehre einlegen werden. Der Schularzt wird stets wiederholen müssen: „Ceterum censeo, Magdalenaeum et Elisabethanum esse dislocandum." Und ebenso wird er für die Beseitigung finsterer Zimmer in anderen Anstalten immer und immer wieder eintreten müssen.

Bei den neuen Schulbauten wird zwar der Physikus jetzt um Rath gefragt, aber nur bei den Volksschulen, bei den höheren Anstalten noch nicht. Und das ist gewiss eine Hauptaufgabe des Schularztes: den Bauplan zu revidiren.[4]

---

[1] Vgl. Dürr, *Rathschläge für Kurzsichtige.* Hannover 1886.

[2] Vgl. *Zeitschrift für Instrumentenkunde.* Oct. 1884.

[3] Vgl. die Anwendung des Instrumentes in meinem Aufsatze über die Tages- und Gasbeleuchtung in den Auditorien der Breslauer Universität. *Berliner klinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 51.

[4] Dass unsere Königl. Behörden ärztlichen Wünschen, wenn sie auch nicht vom Physicus ausgehen, gern entgegenkommen, beweist folgender Fall. Zufällig lernte ich den Baumeister des neuen Königl. Wilhelms-Gymnasium (Sonnenstrasse) kennen und besichtigte als Privatmann mit ihm den Rohbau; die Beleuchtungsverhältnisse der Schule, deren Entwürfe in Berlin angefertigt worden waren, fand ich ausgezeichnet. Ich fragte nach der Turnhalle und hörte, dass in wenigen Tagen ihr Bau beginnen solle und zwar vor dem westlichen Flügel der Anstalt, in welchem sich die Klassenzimmer befinden. Der Platz vor dem östlichen Flügel, in welchem die Director- und Schuldiener-Wohnung sich befanden, sollte frei bleiben. Wenn die Turnhalle in der projectirten Weise gebaut worden wäre, so hätten sechs Schulklassen, drei im Parterre und drei im ersten Stock für alle Zeiten ihr schönes Licht

Man kann gewiss auch ausserhalb der Schule Diphtheritis acquiriren. das ist traurig; aber die Behörden haben die Pflicht, alles zu thun, dass man sie nicht im Schulhause bekomme. Ebenso ist es auch bei der Myopie. Gewiss kann bei den besten Schulhäusern durch mangelnde häusliche Hygiene Myopie entstehen, aber in der Schule müssen alle Bedingungen erfüllt sein, um ihre Entstehung zu verhindern.

B. Ansteckende Krankheiten.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass gerade die Schulen die besten Heerde für die Verbreitung von Scharlach, Masern, Rötheln, Windpocken. Diphtherie, Keuchhusten, Mumps und einzelne parasitäre Hautkrankheiten werden können und oft schon gewesen sind. Im vorigen Jahre brach z. B. in Brailes, einem kleinen Dorfe in England mit nur 1285 Einwohnern eine sehr schlimme Diphtheritisepidemie aus, von der in kurzer Zeit 48 Personen befallen wurden; 23 starben. Von den Kindern, die zur Schule gingen, erkrankten 16 Procent, von denen, die die Schule nicht besuchten, nur 6 Procent.[1]

Es ist höchst unwahrscheinlich, dass die Diphtheritisepidemie unter den Zöglingen der Kleinkinderbewahranstalt in Breslau, von welcher uns College Körner berichtet hat, solche Dimensionen angenommen hätte, wenn die Schule rechtzeitig geschlossen worden wäre. Dass das Meldewesen in seiner jetzigen Form eine rechtzeitige Benachrichtigung des Physikus ausschloss, ist in den Debatten der letzten Sitzungen (siehe die Protocolle) genügend erörtert worden; auch ist ein verbessertes Meldungsschema nach den Vorschlägen der Commission (welche aus den Herren Dr. Asch, Dr. Th. Körner, Dr. Hepner und Dr. Schmiedel bestand), von der hygienischen Section beschlossen worden.

Auch ich habe in der vorletzten Sitzung einen Fall erzählt, der die nothwendige Aenderung des Meldungschemas vortrefflich illustrirt und hier Platz finden mag. In der Wohnung des Schuldieners einer sehr grossen hiesigen Schule erkrankten die beiden Enkel desselben an Diph-

verloren. Ich wandte mich sofort als Privatmann an den Herrn Regierungs-Präsidenten und an alle mir bekannten Räthe des Königl. Provinzial-Schulcollegiums und ersuchte sie, Alles aufzubieten, um die Turnhalle vor den anderen Flügel des Gymnasiums bauen zu lassen, — und in der That, der Bau wurde inhibirt, die Pläne gingen nach Berlin zurück, und nach einiger Zeit kam die Ordre, dass die Turnhalle vor die Schuldiener- und Directorwohnung kommen solle. Hätte ich zufällig den Baumeister einige Tage später kennen gelernt, so war nichts mehr zu redressiren! Sobald aber ein Schularzt erst im Collegium sitzt, sind derartige hygienische Fehler in den Entwürfen nicht mehr zu fürchten,

[1] Vgl. Mittheilung von Dr. Gibert aus Havre. *Revue Chrétienne*. Mai 1885.

therie; ein Kind starb in drei Stunden. Diese Enkel waren vollkommen correct als Kinder eines Drehers und auch die Wohnung war richtig mit der Nummer der Strasse gemeldet worden; dennoch war weder die Schule geschlossen, noch der Physicus zugezogen worden. Es konnte eben aus der Meldung, dass die Kinder eines Drehers in dem Hause Nicolai-Stadtgraben 20 an Diphtherie erkrankt waren, nicht ersehen werden, dass der Fall in einem Schulhause und in der Wohnung des Schuldieners vorgekommen.

Wenn das Schema, welches die hygienische Section jetzt dem Polizei-Präsidium verschlägt, eingeführt wird, so werden solche Fälle sich nicht wiederholen; denn am Schlusse des Schemas befindet sich die Frage, ob besondere Verhältnisse ein Einschreiten der Gesundheits-Polizei nöthig machen; der Physicus wird also dann rechtzeitig von der öffentlichen Gefahr in Kenntniss gesetzt werden und die nöthigen Maassnahmen treffen können.

Dass die Meldung ferner wie bisher, nicht gleich an die Centralstelle, sondern zunächst an das Polizei-Commissariat und erst von am nächsten Tage an den Physicus gehen soll, ist entschieden zu missbilligen; es ist dies ebenso, als wenn wir die Meldung eines Feuers erst beim Polizei-Commissarius machen müssten, und dieser erst am nächsten Tage die Feuerwehr benachrichtigen würde; ansteckende Krankheiten in Schulhäusern müssen dem Physicus direct sofort gemeldet werden. — Meiner Ansicht nach müsste auch, so hart es klingen mag, in die Contracte mit den Schuldienern ein Paragraph aufgenommen werden, nach dem dieselben verpflichtet werden, Mitglieder ihrer Familie, welche von ansteckenden Krankheiten befallen werden, sofort in das Hospital zu schaffen. Denn die Schuldiener können dadurch, dass sie Esswaaren an die Kinder verkaufen, die Ansteckung am leichtesten verbreiten.

Eine weitere wichtige Frage, die wohl auch discutirt werden muss, ist die, ob es denn vom sanitären Standpunkte nicht besser ist, die Directorwohnung nicht im Schulhause unterzubringen, damit, falls ansteckende Erkrankungen in der Familie des Rectors ausbrechen, die Schule nicht geschlossen zu werden braucht. Man denke nur, — und der Fall ist vorgekommen, — dass sämmtliche Kinder eines Gymnasialdirectors Keuchhusten haben. Die Wohnung liegt im Gymnasium; die Kinder werden fast niemals vollständig vom Arbeitszimmer des Vaters abgeschlossen, und täglich kommen andere Schüler in dieses Zimmer zum Director.

Es lässt sich ja vom pädagogischen Standpunkte, wie ich anerkenne, vieles für die Rectorwohnung im Schulhause sagen; aber sollte es nicht

möglich sein, den Rector in einem sehr nahe gelegenen Haus oder in einer Villa zu placiren, von wo ihm die Ueberwachung der Schule bequem und doch eine Isolirung seiner Wohnung bei Infectionskrankheiten leicht ist?

Von grösster Wichtigkeit für den Schularzt wird die Ueberwachung einer verständigen Desinfection der wieder zur Schule zurückkehrenden Kinder sein müssen. Darum kümmert sich bis jetzt Niemand. Der Schutzmann, der ja kein maassgebendes Urtheil hat, berichtet, ob die Wohnung und die Betten desinficirt worden; das „Wie" wird nicht erörtert. Es ist bekannt, dass gerade Papier das Contagium des Scharlach, der Masern u. s. w. vermittelt. Man weiss, dass durch einen Brief aus einer Masernstube die Masern nach den Fidschi-Inseln gekommen sind und dort grosse Verheerungen anrichteten. Man kann mit fast absoluter Gewissheit sagen, dass bis jetzt kein Schüler seine Lese- und Schreibebücher desinficirt, wenn er wieder in die Schule zurückkehrt. Ob die Kleider desinficirt werden, ist auch sehr fraglich. Darum ist die 15. Genfer These (siehe oben): „Der Schularzt darf das Kind erst dann wieder zum Schulbesuche zulassen, wenn er sich selbst überzeugt hat, dass jede Gefahr der Ansteckung beseitigt ist, und dass die Bücher, Hefte und Kleider des Kindes gründlich desinficirt worden sind," ganz besonders beherzigenswerth.

Die Frage nach den Schulbrunnen wird in Breslau, wo Wasserleitung in allen Schulen sich befindet, weniger wichtig sein, als an anderen Orten, wo ja häufig genug Verunreinigungen der Brunnen beobachtet worden sind. So wurde in Schreiberhau, trotz des Gutachtens des Kreisphysicus vom 9. September 1882, dass das Wasser, da die Abtritte wenige Schritte vom Brnnnen entfernt waren, völlig ungeniessbar sei, ein neuer Brunnen doch erst am 13. August 1883 angelegt.

Der Lehrer erreicht ja durch ewig erneute Klagen auch schliesslich Verbesserung; aber wie viel Verdruss erregt er oft damit; um des lieben Friedens willen lässt er es dann in den meisten Fällen gehen, wie es eben geht. Das Urtheil des Arztes wird aber nach unten und nach oben ganz anders ins Gewicht fallen.

Der Schularzt wird ferner seine Aufmerksamkeit der Ventilation, der Heizung, dem Druck der Schulbücher und ganz besonders der Reinlichkeit der Klassen zuwenden müssen. Mit letzterer ist es in den Breslauer Schulen sehr schlecht bestellt. Dicker Staub liegt überall, jeder Gasarm ist mit Staub bedeckt. Es ist schon vor zwei Jahren einmal öffentlich mitgetheilt worden, dass die Leinwandvorhänge in der Elementarschule auf der Kirchstrasse in den ersten acht Jahren des Bestehens der Schule niemals gewaschen worden sind. Nach dem neuen Programm der städtischen höheren Töchterschule am Ritterplatz

(Ostern 1886), werden täglich alle Räume gekehrt und alle Möbel abgestäubt, aber nur alle sechs Wochen werden alle Zimmer und Corridore gescheuert. In vielen Schulen werden die Klassen nur ein- oder zweimal wöchentlich gekehrt.

Die Zimmer, in welchen 60 bis 80 Kinder einen grossen Staub hereinbringen, werden viel zu selten gewaschen; es müsste dies täglich geschehen. Ein Schuldiener aber ist gar nicht im Stande, 10 bis 20 Zimmer täglich zu reinigen. Man hat vorgeschlagen, dass die Feuerwehr die Reinigung der Klassen übernehme; das würde sehr wünschenswerth sein. — Auch die Retiraden werden einer öfteren Inspection bedürfen. Hat uns doch Hr. College Hepner hier erzählt, dass in einer hiesigen Kleinkinderbewahranstalt in dem einzigen vorhandenen Schulzimmer, in dem über 60 Kinder verweilen, hinter einer spanischen Wand sieben Nachtgeschirre benützt werden!

Man sieht, dass der Schularzt in Breslau viel Arbeit haben wird, und doch ist es nicht so viel, dass er (nachdem einmal die erste gründliche Inspection der Locale vorüber) nicht seine Pflicht im Nebenamte erfüllen und eine Schule alle 14 Tage revidiren könnte.

III. Die Schulärzte in anderen Ländern.

So viel ich aus Privatmittheilungen und Journalen erfahren konnte, stelle ich in Folgendem zusammen; wenn dasselbe auch gewiss sehr lückenhaft ist, so ist es doch immer wichtig und interessant.

1. Frankreich.

Dr. Napias erwähnte auf dem Genfer Congress,[1] er wolle nur als Delegirter der Stadt Paris den Versammelten zeigen, dass die in den Genfer Thesen ausgesprochenen Wünsche seit mehreren Jahren in Paris schon erfüllt seien. Seit 1879 seien in den Schulen und Salles d'asyle (Kleinkinderbewahranstalten) Schulärzte angestellt. Die Schulen sind in Inspectionskreise zu 20—25 Klassen eingetheilt, jedes Kinderasyl wird für zwei Klassen gerechnet. Die Schulärzte müssen den Doctortitel haben; sie werden durch den Präfecten ernannt nach einer Vorschlagsliste, welche in dreifacher Zahl aus den Aerzten jedes Kreises aufgestellt wird; sie werden für drei Jahre gewählt und erhalten jährlich 600 Francs. Im Département der Seine sind 114 Schulärzte thätig; sie müssen alle 14 Tage die Klassen ihres Kreises besuchen. Ihre Aufgaben sind durch folgendes Reglement bestimmt.

[1] *Compte rendu du congrès.* 1882. t. II. p. 435.

Art. 1. Der Arzt muss seine Wohnung, Sprechstunde und seinen event. Wohnungswechsel dem Maire anzeigen.

Art. 2. Ein Special-Register muss in jeder Schule für den Arzt vorhanden sein

Art. 3. Zweimal im Monate und ausserdem, so oft der Maire ihn ruft, muss der Arzt visitiren.

Art. 4. Bei jedem Besuche hat er die Nebenräume des Hauses, die Höfe, Retiraden u. s. w. zu untersuchen und wird stets dabei begleitet vom Director oder der Directrice, denen er sogleich seine Wahrnehmungen mittheilt. Dann erst untersucht er jede Klasse betreffs Beleuchtung, Heizung, Ventilation, Mobiliar und dann diejenigen Kinder, die nach Angabe des Directors Krankheitssymptome zeigen.

Art. 5. Er notirt dann seine Resultate in das Register, beantwortet die dort aufgestellten Fragen und schreibt die Namen der Kinder hinein, die er wegen Krankheit nach Hause schickt, ferner die Zahl derer, welche wegen Krankheit fehlen und ihre Krankheiten nach Angabe der Lehrer.

Art. 6. Innerhalb 24 Stunden sendet er seinen Bericht an den Maire.

Art. 7. Die Maires der Arrondissements machen sehr schnell einen Bericht über das, was ihnen dringend erscheint, an die Central-Verwaltung; was nicht dringend ist, ebenso wichtige Veränderungen in den Localen, theilen sie den Canton-Delegationen mit. Im Falle einer Epidemie können sie, wenn der Arzt den schnellen Schluss der Anstalt wünscht, die Schule schliessen, müssen aber sofort der Unterrichtsbehörde und der Centralverwaltung davon Anzeige machen. Der Cantonal-Delegation wird darüber und über andere Vorschläge des Schularztes vom Präsidenten dann Kenntniss gegeben.

Art. 8. Der Arzt sendet die Kinder, welche Symptome ansteckender Krankheiten zeigen, unverzüglich mit einem Avis an die Eltern, in welchem gesagt wird, dass das Kind nicht eher zur Schule zurückkehren darf, bevor es nicht dem Schularzt vorgeführt worden und von ihm ein Gesundheits-Attest wieder erlangt hat.

Art. 9. Jedem Director wird eine Uebersicht der ersten Sy[illegible] ansteckender Kinderkrankheiten zugesendet, welcher vom hygie[illegible] Centralcomité nach Angabe des Dr. Delpech 1879 entworfen [illegible] ist. Wird ein Kind in dem Zwischenraume zwischen den Vis[illegible] Schularztes krank, so meldet es der Lehrer dem Director un[illegible] schickt es, wenn er ein Symptom der ansteckenden Krankheite[illegible] sofort mit demselben Avis nach Haus.

Art. 10. Dasselbe Gesundheitsattest müssen die Kinder brin[illegible] ohne Director und ohne Schularzt wegen Krankheit ausgeblieben [illegible]

Art. 11. Alle drei Monate müssen die Maires an den Praefecten einen Bericht über die Thätigkeit der Schulärzte senden.

Art. 12. Jeder Schularzt erhält dieses Reglement bei seinem Eintritt in die Stellung und ebenso liegt es in jeder Schule aus.

Das Formular der schulärztlichen Bulletins lautet:

a) Hygienischer Zustand der Schule.

1. Unterhaltung und Reinlichkeit der Räume (hierbei hat der Arzt die hygienischen Aenderungen anzugeben, die er für nützlich hält) und zwar: Vorhof, Treppen, Flure, Höfe, Rinnsteine, Dachrinnen, Closets, Pissoirs, Klassenzimmer.

2. Beleuchtung, Heizung, Ventilation (nöthig scheinende Verbesserungen), Zustand der Heizapparate, Temperatur in den Klassen.

b) Sanitärer Zustand der Schule.

Giebt es eine besondere oder epidemische Krankheit? Sind Maassregeln der Desinfection nöthig? Ist der Schluss der Schule nöthig? Wie viel Kinder fehlten als krank bei der Visite? Welche Krankheiten dominiren? Wie viel ansteckende Krankheiten fand der Arzt bei der Visite und wie viel Kinder hat er provisorisch aus der Schule entfernt? Welches ist die herrschende Krankheit unter diesen Kindern?

Dies sind die Reglements und Formulare der Pariser Schulärzte. Im Jahre 1882 zahlte die Stadt Paris diesen 114 Aerzten 684000 Frcs. jährlich; in letzter Zeit ist die Zahl derselben offenbar vermehrt worden; denn die neuesten Erkundigungen, die ich bei Dr. Javal einzog, der leider wegen schwerer Krankheit mir nur eine kurze Notiz senden konnte, lauteten, dass Paris jetzt jährlich 90000 Frcs. für Schulärzte ausgebe.

Es müssen jetzt auch Départements-Schulärzte in Paris existiren; denn einer Notiz[1] vom 20. December 1882 ist zu entnehmen, dass ihre Zahl von 1 auf 3 erhöht worden ist, und dass jeder dieser Départements-Schulärzte 4000 Frcs. erhält.

Wir haben also in Frankreich bereits jenen bureaukratischen Apparat von städtischen und Regierungs-Schulärzten, den ich vorgeschlagen, der aber von Becker und von v. Hippel (siehe oben) als ein viel zu umständlicher bezeichnet worden, „der alles hinter sich lässt, was jemals für eine specielle Aufgabe geschehen ist.“[2]

In Lyon sind nach Napias seit dem 1. Januar 1880 Schulärzte angestellt. Die Stellen werden ausgeschrieben, die Dauer der Function

---

[1] *Revue d'hygiène.* Bd. IV. Nr. 12. p. 1085.

[2] *Bericht des Heidelberger Congresses.* 883. S. 184.

beträgt sechs Jahre (sie ist nicht erneuerbar) und der Wechsel ist so organisirt, dass eine Bewerbung alle zwei Jahre stattfinden kann. Im September 1879 wurden die ersten sechs Stellen besetzt; nach einem Jahre kamen zwei Stellen hinzu. Es giebt also acht Schulärzte in Lyon, welches in acht Bezirke getheilt ist; jeder Bezirk hat etwa zwölf Elementarschulen und 4 bis 6 Kinderbewahranstalten. Die Schulärzte müssen zwei Mal monatlich die Schulen und vier Mal monatlich die Kinderasyle besuchen. Die Protokolle und Berichte werden ähnlich wie in Paris formulirt.

Die Schulärzte können Kinder mit ansteckenden Krankheiten ausschliessen, sie berathen kranke Kinder, welche ihnen zugeführt werden während ihrer Besuche, aber sie besuchen nicht die Kinder zu Hause. Bei Epidemieen geben sie die Vorsichts- und Desinfections-Maassregeln an und schliessen die verdächtigen Schulen. Die Stadt Lyon zahlt jedem Schularzt 1500 Frcs.

„Die Resultate sind befriedigend, sagt Napias; die Recrutirung geht gut; es bewerben sich die strebsamsten jungen Aerzte, dieselben, die sich für die Hospitäler melden. Die Reinlichkeit der Schulen ist gebessert worden; die ansteckenden Krankheiten der Kopfhaut sind in den städtischen öffentlichen Schulen verschwunden (es ist allerdings bedauerlich, dass die Kinder, die daran leiden, in die Privatschulen aufgenommen werden). Betreffs der Locale und Möbel haben sich die Resultate noch nicht geltend machen können; die Competenz-Conflicte, die Verwaltungs-Empfindlichkeiten stellten sich noch dem vollkommenen Functioniren dieser nützlichen Thätigkeit der Schulärzte entgegen; aber die höheren Behörden, welche diese Hindernisse kennen, bemühen sich, sie zum Verschwinden zu bringen."

Nach einem Artikel des Temps vom 15. März 1886 existiren auch in Havre, Reims, Nancy und Amiens jetzt Schulärzte.

2. Belgien.

In Brüssel sind seit 1874 Schulärzte thätig.[1] Dr. Janssens, inspecteur en chef du service de santé, hat 1880 eine somatologische Karte für Schulärzte ausgegeben, welche lautet: „Schule, Name, Vorname, Nationalität der Eltern, Sprache, Geburtsort, Geburtstag. — Datum der Beobachtung, Alter, Körperbau (taille), Gewicht, Kopfumfang, Kopfdurchmesser, Brustumfang, Brustdurchmesser, Lungencapacität, Zugkraft, Haarfarbe, Augenfarbe. — Angeborene und erworbene Verletzungen oder Krankheiten; Sehschärfe; Zähne, Zahnoperationen; Revaccination mit und ohne Erfolg;

[1] Vgl. Huart, *Mittheilungen auf dem Genfer Congress.* S. 441 und Ellinger, *Der ärztliche Landesschulinspector.* Beilage S. 66—70.

Zahl der Pusteln. — Praeventive Medication begonnen und beendet. Andere Beobachtungen.“

Die Formulare (abgedruckt in Ellinger) sind ganz ähnlich denen in Paris.

3. Schweiz.

In Genf hatte sich das Schuldepartement bis 1882 darauf beschränkt, in speciellen Fällen, wenn eine contagiöse Krankheit ausbrach oder Schullocale schlecht waren, durch einen Arzt die Schule untersuchen und sich einen Bericht einreichen zu lassen, nach dessen Rathschlägen sie verfuhr. Damals wurde ein Specialcredit in das Budget von Genf eingestellt, um specielle Schulärzte anzustellen; denn das Département des öffentlichen Unterrichts legte demselben grosse Wichtigkeit bei. Bouvien, Secretair des öffentlichen Unterichtes, theilte dies auf dem Congress in Genf mit.[1]

Die neuesten Nachrichten verdanke ich Hrn. Dr. Haltenhoff in Genf, der mir am 20. März d. J. schrieb, dass die grossartige und unfruchtbare Zersplitterung der Schweizer Verhältnisse sich auch in der Schularztfrage geltend mache. „Von einem „„Cantönli““ zum anderen wechseln Gebräuche, Gesetze und Einrichtungen. In einigen Cantonen[2] mag diese Einrichtung mehr oder minder bestimmte Formen angenommen haben; in den meisten besteht sie überhaupt nicht als allgemeine Maassregel. Hier in Genf ist die Rede davon, so etwas in's Leben zu rufen. Bis jetzt waren 1 bis 2 Aerzte von Zeit zu Zeit mit Schulbesuchen beauftragt und schrieben dafür ihre Rechnungen an das Unterrichts-Département. Speciell competente Collegen wurden dafür nicht auserwählt. Das neu eingerichtete „Bureaux de salubrité publique“ ist soeben mit den Vorbereitungen zu einem ärztlichen Schulinspections-Regulativ beschäftigt. .... Es giebt kein Bundesgesetz und keine Bundesinstruction über diese, den 25 Einzelstaaten unseres Staatenbundes noch ganz überlassene Sache! Wenn ich Ihnen sage, dass kürzlich hier ein neues Gymnasium errichtet und bezogen worden ist, dessen Pläne nicht einem einzigen hygienischen Sachverständigen gezeigt wurden, so ersehen Sie daraus, wie die Zustände bei uns sind. Die Nachbargemeinden in

---

[1] *Compte rendu.* p. 442.

[2] Während der Correctur erhielt ich: *Instructions résumées pour l'hygiène des écoles de la ville de Lausanne.* 1884. Eine gute Zusammenstellung, unterzeichnet „Le médecin des écoles Docteur Joël.“ Am Ende spricht der Schuldirector Roux die Hoffnung aus, dass alle Schulvorsteher und Vorsteherinnen so exact als möglich alle Wünsche, welche dieser Schularzt in Bezug auf die Locale, die Temperatur u. s. w. ausspricht, erfüllen werden. — Vgl. ferner Dr. Joël's Bericht „Ueber die Fortschritte der Schulhygiene in Lausanne seit dem internationalen Genfer Congress im Jahre 1882“ im *Compte rendudes Congresses zu Haag.* 1884. Bd. II. p. 182.

Savoyen haben es besser, weil das neue französische Schulbauregulativ, welches sehr gut ist, für sie obligatorisch ist."

4. England.

Hermann Weber berichtet in seinem interessantem Vortrage: „Ueber Schulhygiene in England" (Wiesbaden 1884; daselbst auch die englische Litteratur über diesen Gegenstand S. 17): „England hat noch keine von der Regierung angestellten Schulärzte und keine speciellen Gesetze über Einrichtung von Schulen. Man kann sich aber auf den *Public Health Act* von 1875 stützen, welcher ein Regulativ über die Einrichtung „des Hauses" enthält. Diejenigen Schulen, welche dieses Regulativ erfüllen, erhalten einen jährlichen Beitrag, der ihnen entzogen wird, wenn sie ihm zuwider handeln.

Die Medical Officers of Health (öffentlichen Gesundheitsärzte) machen in ihren Berichten die Schulbehörden auf Mängel in den Schulen aufmerksam. Auch betreffs der ansteckenden Krankheiten giebt es keine speciellen Gesetze in England; es gelten nur die allgemeinen Gesetze des Health Act und der Code of Regulations of the Education Department von 1884. Da ist es nun nach § 126 des Health Act strafbar, mit ansteckenden Krankheiten auf öffentlichen Plätzen und Versammlungen zu erscheinen oder inficirte Kleidungsstücke auf solche Plätze zu bringen; das gilt also auch für Schüler, die mit angesteckten Personen verkehren und ohne vorherige Desinfection in die Schule kommen.

Der Schulvorsteher muss der Aufforderung der Sanitätsbehörde folgen und die Schule schliessen, wenn das zur Vermeidung der Ansteckung von Epidemieen verlangt wird; er darf jedoch an die Schulbehörde appelliren, wenn er die Anordnung für unbegründet hält. (Eine Art von Mangel für die Handhabung der hygienischen Gesetze in diesen Elementarschulen besteht in dem Umstande, dass die Vorsteher zum Theil nach dem Besuche der Schulen bezahlt werden, so dass die Versuchung besteht, Schüler kommen zu lassen, die lieber fern gehalten werden sollten).

In Irland hat der Public Health Act von 1878 eine mehr bestimmte Verordnung, indem es dort heisst, dass „jede Person strafbar ist, welche ein Kind, das eine ansteckende Krankheit gehabt hat, zur Schule schickt innerhalb der ersten drei Monate vom Beginn der Krankheit, oder ein Kind, welches in einem Hause gewohnt hat, in welchem eine ansteckende Krankheit ist, innerhalb sechs Wochen, ausser wenn der Arzt bescheinigt, dass das Kind frei von Krankheit und Ansteckungsfähigkeit, und dass die Kleidung desinficirt sei."

Die öffentlichen höheren Schulen (public schools) haben meist ihre eigenen Schulärzte, welche entweder dort wohnen oder doch täglich Besuche machen.

Es scheinen diese Anstalten zugleich Internate zu sein; sie haben ein Sanatorium für ansteckende Krankheiten und ein eigenes kleines Haus für Scharlachkranke (fever cottage) mit getrennten Pflegerinnen.

Die Pflichten des Schularztes werden von Dr. Clement Dukes, dem Arzte an Rugby School (bei London), in seinem ausgezeichneten Artikel Health at School in dem Book of Health (London 1883 p. 709) folgendermaassen angegeben:

1. Behandlung von Unglücksfällen und Krankheiten jeglicher Art.

2. Ueberwachung der sanitären Einrichtungen in den Schulhäusern, Wohnhäusern der Lehrer und Schüler und den Krankenabtheilungen.

3. Verhütung der Einschleppung ansteckender Krankheiten und möglichste Beschränkung im Falle der Einschleppung.

4. Verhinderung der Verschleppung aus der Schule in das Elternhaus.

Wenn ein Knabe während der Ferien ein Haus betreten hat, in welchem eine ansteckende Krankheit war, wird eine Quarantaine für ihn angeordnet von 3 Wochen bei Scharlach, von 16 Tagen bei Masern, 14 Tagen bei Pocken und Mumps. Dadurch soll es gelungen sein, während der letzten 14 Jahre in einer Schule jegliche Scharlachepidemie zu verhüten. Kinder, welche in der Schule erkranken, werden nicht nach Hause geschickt, sondern in dem Sanatorium gepflegt und erst, wenn sie desinficirt sind, nach Hause entlassen.

H. Weber schliesst seine Mittheilungen mit folgenden Worten: „Was wir vor allem erstreben müssen und hoffentlich erringen werden, ist die Anstellung von ärztlichen Inspectoren der Schulen, welche die Schulen häufig besuchen, die Lage und Einrichtung der Schulhäuser überwachen, über die Natur und Dauer des Unterrichtes und der körperlichen Uebungen berathen, welche es aber als Hauptpflicht ansehen, die Verbreitung der ansteckenden Krankheiten unter den Schulkindern und durch die Schulkinder in der Aussenwelt zu verhüten.“

5. Schweden.

Dort giebt es seit 1878 Schulärzte. Dr. Goldkuhl, Schularzt in Wexiö, Verfasser von „Handledning i Skolhygienen“ (Stockholm 1885) sendete mir freundlichst die Uebersetzung eines Circularschreibens der Königl. Medicinaldirection an die Aerzte der allgemeinen Unterrichtsanstalten des Reiches nebst Formular zur Berichterstattung über die Gesundheit der Schüler (gegeben am 31. October 1879). Darin ist angeordnet, dass der Director bei den Anstalten, „wo es für diese Zwecke erforderliche Mittel giebt“, einen Arzt annehmen solle, welcher mittellose Schüler bei Krankheiten behandeln und die Umstände

untersuchen soll, welche auf die Gesundheit der Schüler eine schädliche Einwirkung haben können und dem Director mit Anweisung zur Beseitigung derselben an die Hand geht. Am Anfange und Ende jedes Semesters soll der Schularzt alle Schüler besichtigen und Berichte laut Formular erstatten, die an die Medicinaldirectoren gehen und die namentlich Körperbau, etwaige Bleichsucht, Blutmangel, Kopfschmerzen, Nasenbluten etc. betreffen. Die Myopie soll gegen Ende des Ostersemesters mit Hülfe von Gläsern bestimmt werden und zwar nach dem Metersystem; doch ist dieser Bericht über die Kurzsichtigkeit einstweilen noch nicht obligatorisch. Ferner soll über die Krankheitsfälle, die der Schularzt nicht behandelt hat, sondern die von anderen Aerzten bei den Schülern behandelt wurden, Bericht erstattet werden.

In dem soeben erschienenen grossen Werke von Axel Key in Stockholm *(Redogörelse för den hyhieniska Undersökningen 1885)* sind in Capitel XIII auch Mittheilungen über Schulärzte enthalten, die ich aber leider aus Mangel an Sprachkenntniss nicht verstehe.[1] Es ist sehr zu bedauern, dass dieses, wie schon aus den Tabellen ersichtlich, äusserst gründliche Werk nur in schwedischer Sprache erschienen ist.

6. Ungarn.

Der Minister Trefort beabsichtigt neuerdings[2] den Unterricht in der Hygiene in allen Mittelschulen Ungarns als besonderen Lehrgegenstand einzuführen.

Als Lehrer sollen Aerzte angestellt werden, deren Aufgabe es sein wird, ausser dem Unterricht in der Gesundheitspflege die Schulen und die Schüler in sanitärer Beziehung zu überwachen, das Gebäude, die Einrichtung und Instandhaltung zu beobachten und die Aufmerksamkeit der Schulbehörde auf Krankheiten, sowie auf sanitäre Mängel hinzulenken. Zur Ausbildung geeigneter Lehrkräfte wird an der Budapester und Klausenburger Universität ein „hygienischer Professoren-Uebungs- und Qualifications-Lehrcursus“ in's Leben gerufen, der drei Monate dauern soll. Die

---

[1] Während der Correctur erhalte ich durch die Güte des Hrn. Dr. Wawrinsky, Gesundheits-Inspectors in Stockholm, die Uebersetzung des wesentlichen Inhaltes von p. 600 u. ff. des Key'schen Werkes. Ich ersehe daraus, dass es in Schweden schon seit 1845 Schulärzte gab, die jedoch mit der Hygiene nichts zu schaffen, sondern nur erkrankte Schüler zu behandeln hatten. Erst 1863 wurde angeordnet, dass die Schüler in jedem Semester vom Arzte betreffs ihrer Theilnahme am Turnen untersucht werden sollen. Das Königl. Comité schlägt aber jetzt vor, dass bei jeder Schule ein Schularzt und ein technischer Assistent desselben officiell angestellt werden soll, deren Aufgaben wesentlich mit den in den Genfer Thesen aufgestellten zusammenfallen.

[2] Vgl. *Zeitschrift des Centralvereins für Körperpflege in Volk und Schule.* Düsseldorf. April 1886.

Theilnehmer haben sich nach Beendigung des Cursus einer Prüfung zu unterziehen und erhalten im Falle des Erfolges ein Professorendiplom für Hygiene an Mittelschulen.

Wegen des hohen allgemeinen Interesses und der Eigenartigkeit der Bestimmungen folgt hier wörtlich das neue Normativ des Königl. Ungarischen Unterrichts-Ministeriums bezüglich der an Mittelschulen (d. h. Gymnasien und Realgymnasien) anzustellenden Schulärzte und Professoren der Hygiene.[1]

1. Heranbildung.

§ 1. An Mittelschulen kann als Schularzt und Professor der Hygiene nur der angestellt werden, der an einer der Landes-Universitäten ein Diplom als Professor der Hygiene erworben hat.

§ 2. Zu diesem Behufe wird an den medicinischen Fakultäten der Universitäten ein Lehrcursus für Schulärzte und Professoren der Hygiene errichtet.

§ 3. Dieser Lehrcursus wird immer im 1. Semester des Schuljahres abgehalten; er beginnt am 15. September und endet am 15. December.

§ 4. Am Beginne jeden Schuljahres werden die Abhaltungen des Cursus, sowie die Aufnahmebedingungen durch den Dekan verlautbart.

§ 5. Von den sich meldenden Candidaten können an jeder Universität 20 aufgenommen werden. In besonders berücksichtigenswerthen Fällen kann der Minister die Ueberschreitung dieser Zahl verfügen.

§ 6. In erster Reihe werden Doctoren der Medicin aufgenommen; sollten sich diese nicht in genügender Zahl melden, können auch Rigorosanten aufgenommen werden.

§ 7. Die mit den Belegen equipirten Aufnahmegesuche sind vom 1. bis 10. September beim Dekan der Fakultät einzureichen.

§ 8. Im Falle sich Bewerber in grösserer Zahl einstellen, geschieht die Auswahl nach Würdigkeit und Eignung durch den Dekan und den Fachprofessor. Später eingereichte Gesuche sind, falls die Zahl nicht complet ist, dem Unterrichts-Minister zu unterbreiten, der die nachträgliche Aufnahme verfügen kann.

§ 9. Die in den Lehrcursus aufgenommenen Candidaten erhalten vom Dekan einen Aufnahmsbogen, womit sie sich beim Fachprofessor inscribiren.

§ 10. Wer sich in der ersten Woche des Cursus beim Fachprofessor nicht meldet, wird als zurückgetreten angesehen.

---

[1] *Pester medicinisch-chirurgische Presse.* 1885. Nr. 51 und *Veröffentlichungen des Kaiserl. Gesundheitsamtes.* X. Jahrgang. Nr. 21. Berlin 25. Mai 1886.

§ 11. Der Lehrplan des Cursus umfasst die Schulhygiene und den in den Mittelschulen vorzutragenden Theil der Gesundheitslehre; dieser Plan wird nach Anhörung der betreffenden Professoren durch den Unterrichtsminister festgestellt.

§ 12. Der Unterricht wird im hygienischen Institute der Universität durch den Professor der Hygiene ertheilt.

§ 13. Die Frequentanten des Cursus sind verpflichtet, in den Lehrstunden und bei den Uebungen zu erscheinen und sich daran zu betheiligen. Am Schluss des Curses wird die Frequentation auf dem Aufnahmsbogen testirt. Im Falle anhaltender Nachlässigkeit und entschiedenen Zurückbleibens kann der Professor die Bestätigung der Frequentation verweigern.

2. Prüfung.

§ 14. Zur Prüfung werden Jene zugelassen, die in der betreffenden Universität den Lehrcursus frequentirt haben. In besonders berücksichtigenswerthen Fällen kann der Unterrichtsminister, nach Anhörung der Universität, durch ihre Vorbildung und litterarische Leistungen hervorragende Doctoren der Medicin, auch wenn sie am Cursus nicht theilgenommen haben, zur Prüfung zulassen.

§ 15. Mitglieder der Prüfungs-Commission sind a) der Dekan der medicinischen Fakultät, b) der Professor der Hygiene als Examinator, c) ein Delegirter des Unterrichts-Ministeriums.

§ 16. Die Prüfung ist eine praktische und eine mündliche. Bei der praktischen Prüfung demonstrirt der Candidat einen Vortragsversuch oder vollzieht eine schulhygienische Untersuchung, wozu ihm mindestens $^1/_4$ Stunde gewährt wird. Bei der mündlichen Prüfung, die $^3/_4$ Stunden dauern kann, hat der Candidat seine hygienischen Kenntnisse und seine Vortragsfähigkeit nachzuweisen.

§ 17. Die Prüfung kann unmittelbar am Schlusse des Cursus (spätestens im Laufe eines Jahres), abgelegt werden. Die Prüfungen werden in den Monaten December, März, Juni und September abgehalten.

§ 18. Zur Prüfung hat sich der Candidat mit seinem Aufnahmsbogen oder mit der ministeriellen Erlaubniss (§ 14) beim Dekan zu melden, welcher den Termin der Prüfung bestimmt und hiervon sowohl den Candidaten als auch die Prüfungs-Commission verständigt. Die praktische Prüfung wird durch den Fachprofessor vor der mündlichen erledigt, das Resultat durch denselben der Commission mitgetheilt. Die mündliche Prüfung wird vor der ganzen Commission abgelegt; bezüglich der hygienischen Kenntnisse wird der Calcül durch den Delegirten des Unterrichts-Ministeriums eingetragen. Ueber Annahme der Prüfung entscheidet die Commission, bei abweichenden Ansichten mit Stimmenmehrheit. Rigoro-

santen, die am Cursus theilgenommen haben, können erst nach Erlangung des Doctor-Diploms zur Prüfung zugelassen werden.

§ 19. Der Calcül für die einzelnen Theile der Prüfung ist „genügend“ oder „ungenügend“; der nichtbestandene Theil der Prüfung kann — frühestens nach drei Monaten — wiederholt werden.

§ 20. Ueber die Prüfungen ist ein Protokoll zu führen, welches die einzelnen Calcüle und die Unterschriften der Commissionsmitglieder enthält.

§ 21. Nach gut überstandener Prüfung erhält der Candidat ein Diplom, welches vom Dekan, vom Fachprofessor und vom Delegirten des Ministeriums unterfertigt und mit dem Siegel der Fakultät versehen wird.

§ 22. Der Cursus ist unentgeltlich. Für die Prüfung sind beim Dekan 9 fl. zu erlegen, welche unter den Commissions-Mitgliedern zu gleichen Theilen vertheilt werden; im Falle einer Wiederholung ist die Prüfungsgebühr noch einmal zu erlegen. Für das Diplom ist 1 fl., an Stempelgebühr gleichfalls 1 fl. zu entrichten.

§ 23. Jene Candidaten, die auf Grund ministerieller Erlaubniss zur Prüfung zugelassen werden (§ 14), haben ausser den genannten Gebühren (§ 22) den Betrag von 50 fl. beim Dekan zu erlegen. Die unter diesem Titel einlaufenden Beträge dienen zur Deckung der Ausgaben des hygienischen Instituts und werden durch den betreffenden Professor verrechnet.

3. Die Dienstverhältnisse der Mittelschulärzte und Professoren der Hygiene.

§ 24. Nach Erlangung des Diploms führt der Candidat den Titel „qualificirter Professor der Hygiene für Mittelschulen“; nach seiner Anstellung: „Mittelschularzt und Professor der Hygiene“.

§ 25. An jeder Mittelschule werden nach diesem Normativ qualificirte Schulärzte und Professoren der Hygiene angestellt. An vollständigen Staats-Mittelschulen wird der Gehalt des Schularztes mit 200 fl., an nicht vollständigen Mittelschulen, wo der Unterricht der Hygiene wegfällt, mit 100 fl. festgesetzt. Wo die materiellen Kräfte der Schule nicht ausreichen, kann der Minister zu diesem Zwecke eine Subvention gewähren.

§ 26. Aufgaben des Schularztes und Professors der Hygiene: a) Ueberwachung der Schule vom hygienischen Standpunkte; Controle des Gesundheitszustandes der Schüler im Sinne der vom Unterrichts-Minister erlassenen Instruction. b) Controle der für die Schüler vermietheten Wohnungen, sowie ihrer Verpflegung; die Untersuchungen von Privathäusern können nur im Auftrage des Directors vollzogen werden. c) Unterricht der Gesundheitslehre nach dem vom Minister erlassenen Lehrplan. Im Auftrage des Ministers müssen die Schulärzte und Professoren der Hygiene

gegen entsprechende Gebühren auch in anderen schulhygienischen Agenden vorgehen.

§ 27. Der Schularzt und Professor der Hygiene ist Mitglied des Lehrkörpers und in hygienischen Fragen stimmberechtigt.

§ 28. Derselbe muss in allen, auf die hygienischen Erfordernisse der Schule und auf den Gesundheitszustand der Schüler bezüglichen Fragen angehört werden; von seiner Wohlmeinung kann der Leiter der Anstalt nur über eigne Verantwortung abweichen.

§ 29. Die Gesundheitslehre ist in jeder vollständigen Mittelschule (Gymnasium und Realschule) in der 7. und 8. Klasse als ausserordentlicher Lehrgegenstand — im ganzen Schuljahre, wöchentlich zwei Stunden — vorzutragen. Am Beginne eines jeden Schuljahres hat die Schuldirection die Eltern und Vormünder auf die Wichtigkeit des Gegenstandes aufmerksam zu machen. An nicht vollständigen Mittelschulen hat der angestellte Professor der Hygiene nur die Agenden des Schularztes zu versehen.

§ 30. Am Schlusse des Schuljahres muss auch aus der Gesundheitslehre geprüft werden; die Classification des Fortschrittes ist sowohl in die Trimestralausweise, als auch in das Jahreszeugniss einzutragen.

7. Deutschland.

Weder hier noch in Oesterreich gab es bisher Schulärzte. In Frankfurt a./M. ist allerdings ein Stadtarzt vor einigen Jahren ernannt worden. Dieser, Hr. Sanitätsrath Dr. Spiess, schreibt mir aber: „Praktische Erfahrungen von Schulärzten kann ich Ihnen nicht mittheilen, da ich hier zwar Stadtarzt aber nicht Schularzt bin und nicht einmal in der Schuldeputation Sitz und Stimme habe, sondern nur zugezogen werde, wenn die Behörde es für gut findet. Im Uebrigen aber erstreckt sich meine Thätigkeit sehr vielfach auf die Schulen, und kann ich nicht genug anerkennen, wie ich bei den Schulbehörden und namentlich bei den Rectoren und Lehrern fast ausnahmslos Verständniss und bereitwilliges Entgegenkommen finde.“

IV. Vorschläge betreffs Einführung von Schulärzten, speciell in Breslau.

Wie wir gesehen haben, ist das Verlangen nach Schulärzten in ärztlichen Kreisen schon längst vorhanden, das Gebiet ihrer Aufgaben schon ziemlich gut umgrenzt und in einzelnen Ländern ihre Thätigkeit bereits im Gange.

Was kann nun in Breslau geschehen?

Zunächst wäre man natürlich geneigt, an die Initiative des Staates zu denken. Doch ist das Kgl. Ministerium meines Wissens der Frage noch nicht näher getreten.

Wenn die Königl. Regierung amtliche und besoldete Schulärzte anstellen wollte, so wäre dies gewiss der beste Weg sowohl für die königlichen als für die städtischen Schulen.

Auf Requisition der Stadtschuldeputation kann zwar, wie uns jüngst Hr. Polizei-Physikus Schlockow mittheilte, der Hr. Polizei-Präsident, also auch der Physikus bei städtischen Schulen einschreiten.

Aber wie ist es möglich, dass die drei Physici in Breslau die 164 Schulen überwachen können, zumal sie ja durch sehr viele andere Amtsgeschäfte in Anspruch genommen und daneben noch auf Privatpraxis angewiesen sind.

Der Physicus hat nach den neuesten Bestimmungen der Breslauer Regierung (siehe oben S. 252) die Pflicht, alle neuen Schulbaupläne zu prüfen, und wir dürfen daher hoffen, dass in Zukunft keine fehlerhafte Anlage mehr stattfinden werde. Aber auf die alten Schulen hat er gar keinen Einfluss, und gerade die Revision der bestehenden Schulen ist ja die Hauptsache, mit der wir beginnen müssen.

Darum steht auch an der Spitze der Genfer Thesen der Satz: „Vor allem ist eine umfassende hygienische Revision aller jetzt benützten öffentlichen und Privatschulen schleunigst nothwendig.“

Man hat gesagt: „In der Stadtschuldeputation sitzt ein Arzt, das ist der Schularzt.“ Aber selbst wenn derselbe nicht ein beschäftigter praktischer Arzt, sondern ausschliesslich Schularzt wäre, würde er bei allem Eifer doch nicht im Stande sein, die 907 Klassen in Breslau hinreichend oft zu revidiren.

Mit der Hygiene der Privatschulen und Kleinkinderbewahranstalten hat sich bisher wohl Niemand officiell befasst; auch sie stehen unter der städtischen Schuldeputation. Wir wagen zu behaupten, dass sie ad hoc kaum je ein Arzt betreten hat, und dass auch da gar manches sich nicht mit der Hygiene verträgt; ich erinnere nur beispielsweise an den oben mitgetheilten Fall von den sieben Nachtgeschirren im Schulzimmer der Kinderbewahranstalt. Es giebt Privattöchterschulen, die keinen Hof oder Garten haben, so dass die Mädchen beständig in den Zimmern oder in engen Corridoren während der Pausen bleiben müssen. Es giebt auch in den Privatschulen mitunter finstere Klassen nach dem Hofe hinaus, wenn sie auch meist des billigeren Preises wegen im helleren dritten Stockwerk untergebracht sind u. s. w. u. s. w.

Natürlich ist eine ärztliche Revision weder den Privat- noch den öffentlichen Schulen angenehm.

Die Eifersucht der Directoren auf die Schulärzte, welche Virchow in seinem Gutachten (siehe oben S. 252) erwähnt, mag vielleicht mit einer gewissen Besorgniss zusammenhängen, dass alte Schäden aufgedeckt werden. Gewiss ist eine Revision niemals angenehm. Alle Privat-Heilanstalten müssen sich eben so wie alle öffentlichen Heilanstalten jährlich einer Local-Revision seitens des Physicus unterwerfen. Man kann wohl annehmen, dass die Aerzte in ihrem eigensten Interesse, um die Zahl ihrer Heilungen zu vermehren, alles in ihren Privatanstalten spontan thun werden, was für die Hygiene ihrer Kranken wirklich von Nutzen sein kann, — und doch müssen sie revidiren lassen.

Was würden die Physiker, wenn sie pedantisch vorgehen wollten, erst in den Schulen zu moniren haben! Keinesfalls darf uns die Besorgniss der Lehrer und Schulvorsteher, dass die Revision unangenehm sei, vor dem Wunsche nach ärztlicher Schulinspection zurückschrecken lassen.

Wir stehen nun der ganz concreten Frage gegenüber: „Wie viel Schulärzte sind in Breslau nöthig?“ Nach den neuesten Mittheilung des Herrn Director Dr. Neefe[1] gab es in Breslau Ostern 1885 34 Kinderbewahranstalten und Kindergärten, 83 Elementarschulen, 31 Mittelschulen und 16 höhere Schulen. Zusammen 164 Schulen mit 907 Klassen und 48222 Schülern.

Schon in Genf wurde die These angenommen, dass kein Schularzt mehr als 1000 Schüler zu beaufsichtigen haben solle. Es würden also in Breslau mindestens 48 Schulärzte nöthig sein. In der letzten Sitzung der Section hat Herr College Hepner schon für die Kinderbewahranstalten vorgeschlagen, die nöthigen Aerzte ihr Amt als städtisches Ehrenamt bekleiden und sie gratis fungiren zu lassen; ich konnte schon in jener Sitzung hinzufügen, dass ich, von einem gleichen Gedanken geleitet, bereits 12 Collegen um event. Uebernahme des Amtes gebeten und von ihnen Zusage erhalten hatte, und zwar nicht bloss für die Kleinkinderbewahranstalten, sondern auch für die höheren Schulen. Alsdann habe ich mich mittels Circulär an 130 hiesige Collegen gewandt, welche ich kenne, und von denen ich voraussetzte, dass ihnen die Sache nicht unsympathisch sei, und dass sie für ein solches Ehrenamt vielleicht Zeit finden könnten.

Auf die 130 Anfragen erhielt ich 88 Antworten; 25 Collegen lehnten wegen Mangel an Zeit oder wegen Collision mit ihren Pflichten als Communal-Aerzte ab, betonten aber fast sämmtlich, dass sie mit dem

---

[1] *Monatsberichte des statistischen Amts der Stadt Breslau.* Mai 1885.

Princip der freiwilligen Schulärzte vollkommen übereinstimmen. Sechs Herren wollten erst die nöthigen Vollmachten abwarten, die dem Schularzte werden gegeben werden; aber 57 Collegen, deren Liste unten folgt, haben bedingungslos sich verpflichtet, eine Stelle als Schularzt gratis zu übernehmen.[1]

Da 48000 Schulkinder in Breslau sind, würden auf jeden der 57 Schulärzte etwa 850 Schulkinder kommen; von den 907 Klassenzimmern hätte ein jeder etwa 16 zu revidiren.

Diese Bereitwilligkeit der genannten Collegen ist der sicherste Beweis, dass die Nothwendigkeit von Schulärzten für Breslau von den Aerzten der Stadt anerkannt wird, und dass die Königliche Regierung sich nicht getäuscht hat, als sie in ihrer Verordnung vom 18. December 1882 aussprach: „Es empfiehlt sich, dass die am Orte befindlichen Aerzte für diese wichtige Angelegenheit interessirt und herangezogen werden, welche in ihrem Gemeinsinne schon gern entgegenkommend sein werden."

Mit dieser Opferwilligkeit von 57 Collegen fällt der letzte Einwand, den man dem Institut der Schulärzte in Breslau machen konnte. Man hat und zwar mit einem gewissen Rechte betont, dass der Schuletat die Stadt Breslau ganz enorm belaste, er verschlinge Millionen, wie würde man da noch Mittel zur Besoldung von Schulärzten gewinnen können? Nun erbieten sich eine so grosse Zahl von Aerzten, gratis die Stellen zu übernehmen. Es dürfte daher den städtischen Behörden wohl

---

[1] Th. Körner.
Hirt, Prof.
Grempler, Sanitäts-Rath.
Reich.
H. Friedländer.
E. Stern.
Elias, Sanitäts-Rath.
Leppmann.
S. Fränkel.
Bahr, Ober-Stabsarzt.
G. Joseph, Docent.
J. Wolff.
Dittmar.
Markusy.
Asch.
Reinkoben, Kr.-Wundarzt.
M. Friedländer.
Hannes.
Skutsch, Sanitäts-Rath.
Callomon.
Junkmann.
Rosemann.
Steinitz.
Eger.
J. Juliusberg,
Kaiser.
Toeplitz.
Dienstfertig.
Auerbach, Prof.
H. Stern.
S. Kohn.
Simm.
Hiller, Docent.
Schäfer.
G. Cohn.
G. Fränkel.
R. Kohn.
Hepner.
Schlesinger.
Schnabel, Sanitäts-Rath.
H. Körner.
Beyer.
E. Richter, Prof.
Rosenstein.
Krauss.
Liess.
Senftleben.
Unverricht, Docent.
Gottschalk.
E. Juliusburger.
Goldschmidt.
Leitzmann.
Klopsch, Geh.-Med.-Rath.
A. Richter.
Silbermann.
Fritsch, Prof., Med.-Rath.
H. Cohn, Prof.

nur erwünscht sein, dass sie von urtheilsfähigen Männern über die hygienischen Verhältnisse ihrer Schulen fortlaufend Berichte empfangen können.

Ueber die Organisation der Schulärzte lässt sich gewiss streiten; es sind dies aber rein formelle und administrative Fragen.

Es ist wohl am einfachsten und leichtesten, wenn in das Curatorium jeder Schule Breslaus vom Magistrat ein Schularzt gewählt würde und zwar mit Sitz und Stimme im Curatorium.

Nach der Instruction für die Stadtschuldeputation[1] vom 2. Juni § 7 1877 sollen die Curatorien der städtischen Gymnasien, Realschulen, höheren Bürgerschulen und höheren Töchterschulen bestehen für jede dieser Anstalten aus dem Stadtschulrath, dem Director und zwei von der Stadtverordneten-Versammlung auf drei Jahre gewählten, vom Magistrat bestätigten Curatoren.

Die Schulvorstände jeder einzelnen Volksschule (§ 8) sollen bestehen aus den Decernenten der städtischen Schuldeputation, dem dirigirenden Lehrer und zwei von der Stadtverordneten-Versammlung auf drei Jahre gewählten, vom Magistrat bestätigten Schulvorstehern.

Nach den Instructionen für diese Curatorien und Schulvorstände[2] soll diesen die Aufsicht über das Schulgrundstück und über sämmtliche Räumlichkeiten der Anstalt, deren Einrichtungen und Ausstattung, überhaupt über das ganze Eigenthum derselben zustehen (§ 4) und ihre Geschäfte in Conferenzen erledigt werden, welche für die höheren Anstalten mindestens alle Vierteljahre einmal (§ 5) und für die Volksschulen (§ 11) wenigstens einmal monatlich stattfinden. Es heisst aber in der Instruction für die Curatorien der städtischen höheren Schulen ausdrücklich im § 5: „Die Einladung zu den Conferenzen hat der Vorsitzende nach Bedürfniss zu erlassen. Doch ist derselbe verpflichtet, auch auf besonderen motivirten Antrag eines Mitgliedes eine Conferenz anzuberaumen."

Besteht das Curatorium nun nicht nur aus vier, sondern aus fünf Mitgliedern, deren einer der Schularzt ist, so kann letzterer seine Beschwerden allmonatlich, und wo es dringend ist, noch öfter vorbringen, und es unterliegt gar keinem Zweifel, dass dann die städtische Schuldeputation, in welcher ein Arzt nicht genügt, sondern in der eine Anzahl Aerzte sitzen sollten, in ganz anderer Weise über die sanitären Zustände unserer Schulen in Kenntniss gesetzt werden wird, als bisher.

Der Magistrat hat ja auch schon vor zwei Jahren erfreulicherweise sein Interesse an den Fragen documentirt, indem er unserer Commission die Untersuchung der höheren Schulen gestattete.

---

[1] Vgl. *Breslauer Bürgerbuch.* Morgenstern's Verlag. II. Jahrgang. S. 95.

[2] *Ebenda.* S. 105.

Und der gut informirte Magistrat wird gewiss bestrebt sein, Uebelständen abzuhelfen und so schnell als möglich abzuhelfen.

Schlimmstenfalls wird die beständige Wiederholung der Klagen durch den betreffenden Schularzt Verbesserungen herbeiführen, während jetzt vielleicht eine Klage, da sie nicht immer wiederkehrt, verhallt. Ein Beispiel: Als ich vor zwei Jahren öffentlich, gestützt auf positive Lichtmessungen, auf die finsteren Zimmer im Magdalenen- und Elisabet-Gymnasium aufmerksam machte, da traten allerlei Projecte von der Uebersiedlung des Elisabetanums in die katholische höhere Bürgerschule am Nicolai-Stadtgraben auf; man fragte den Baumeister, ob nicht noch ein Stockwerk auf das Magdalenaeum aufgesetzt werden könne (was leider unausführbar); man verwandelte die helleren Zimmer des Rectors in Klassenzimmer. Der öffentliche Nothschrei hatte für den Augenblick gewirkt; seitdem ist es still geworden; in den alten finsteren Zimmern wird weiter Unterricht ertheilt; die alten Gebäude werden nicht verkauft, von einer Dislocation hört man nichts. Wenn aber im Schulcuratorium ein Schularzt sitzt, der pflichtgemäss alle Monate seine berechtigten Klagen wiederholen wird; dann wird die Frage nicht verschwinden, sondern zu glücklicher Lösung geführt werden.

Wir hören mit Staunen, dass auf dem Rossmarkt ein sehr heller Platz zum Bau der Stadtbibliothek verwendet werden soll. Wäre es nicht besser, diese Bibliothek käme in das finstere Elisabet-Gymnasium und das Gymnasium auf den hellen Rossmarkt? Den Büchern schadet die Finsterniss weniger als den Schulkindern! —

Natürlich werden Geldausgaben für hygienische Verbesserungen in Zukunft unvermeidlich sein; denn viele Missstände sind so schwer, dass einzelne Locale werden ganz aufgegeben und das Schulmobiliar wird völlig geändert werden müssen. Die Gelder werden aber leichter bewilligt werden, wenn 50 Schulärzte die Nothwendigkeit solcher Ausgaben betonen.

Mag man die Dictatur des Schularztes, wie sie früher vorgeschlagen, bemängeln; wir geben sie gern Preis, wenn es uns gelingt, statt des einzigen „Dictators" 54 Aerzte in den Schulorganismus unserer Stadt zu bringen; mögen sie als Keil, wenn auch vielleicht langsam, aber um so stetiger die morschen und schlechten Einrichtungen sprengen! —

Wie es Conferenzen der Bezirksvorsteher, der Schiedsmänner, der Armenväter und Waisenpfleger giebt, so werden auch Conferenzen der städtischen Schulärzte von Zeit zu Zeit stattfinden müssen, damit die Erfahrungen der Collegen ausgetauscht und wichtige allgemeine Fragen discutirt werden können.

Dass das Institut der Schulärzte nicht für die Ewigkeit ein Ehrenamt und unbezahlt bleiben wird, ist gewiss anzunehmen, wenn man sieht, wie allmählich viele Ehrenämter, die ursprünglich nur der Opferwilligkeit Einzelner ihre Entstehung verdanken, später in besoldete Aemter verwandelt werden. Ich erinnere an die Feuerwehr, die Anfangs auch nur eine freiwillige war, an die Armen- und Hospital-Aerzte, deren Gratificationen ja von Jahrzehnt zu Jahrzehnt erhöht werden.

Einstweilen aber scheint es mir am Besten zu sein, wenn wir in einer von der hygienischen Section noch näher festzusetzenden Form den Magistrat 1) von der Bereitwilligkeit 57 hiesiger Aerzte zur unentgeltlichen Uebernahme der Schularztfunctionen in Kenntniss setzen und 2) denselben ersuchen, in jedes Schulcuratorium, bez. in jeden Schulvorstand einen Arzt zu wählen, der daselbst Sitz und Stimme hat, und der diese Stelle unentgeltlich als Ehrenamt bekleidet.

Gehen wir in Breslau den anderen deutschen Städten mit guten Beispiele voran, schon die Publication des ersten Resultates, dass eine so bedeutende Zahl von Aerzten hier bereit ist, sich der Aufgabe gratis zu widmen, wird auch anderwärts nicht ohne Folgen bleiben. —

Sorgen wir dafür, dass der Satz vieler Stockphilologen: Taceat medicus in schola! endlich einmal dem Satze weiche:

Audiatur et medicus in schola!

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber eine Modification des Koch'schen Plattenverfahrens zur Isolirung und zum quantitativen Nachweis von Mikroorganismen.

Von

Dr. E. Esmarch,
Assistent am hygienischen Institut in Berlin.

Die Vorzüge des Koch'schen Plattenverfahrens sind wohl allgemein anerkannt; die Schnelligkeit und Sicherheit zur Erreichung des Ziels werden von keinem anderen Verfahren übertroffen und auch an Einfachheit der dabei nöthigen Manipulationen steht es den anderen weit voran; und doch bedarf es eines bestimmten, wenn auch nicht grossen Aufwandes an Apparaten, Platz, Zeit und Geschicklichkeit, um dasselbe auch ausserhalb des Laboratoriums überall anwenden zu können, in Kliniken, auf Reisen und bei Epidemien, bei welchen Gelegenheiten es doch gerade oft von grossem Nutzen wäre.

Ich möchte deshalb eine Methode empfehlen, die eigentlich nur eine Modification des obigen Verfahrens darstellt, aber wegen der Einfachheit in der Technik und des dazu nöthigen Apparates, wegen ihrer Zeit- und Raumersparniss, sowie mit Rücksicht auf einige andere gleich zu erwähnende Vorzüge zweckmässig erscheinen dürfte.

Der Nährboden, die gewöhnliche Nährgelatine, bleibt derselbe, ebenso ist die gleichmässige Vertheilung der ausgesäten Keime im Innern des sterilisirten mit Gelatine gefüllten Reagensglases ganz die nämliche, wie sie auch sonst gehandhabt wird.

Das Reagensglas wird über der Flamme oder im lauwarmen Wasserbade vorsichtig erwärmt, bis dass die Gelatine eben flüssig geworden ist; sodann wird nach Lüftung des Wattepfropfes die mit sterilisirter Pipette

oder mit geglühter Platinoese entnommene Probe, z. B. Wasser, Blut. Eiter in das Röhrchen eingebracht und die Oeffnung sogleich wieder mit dem Wattepfropf verschlossen.

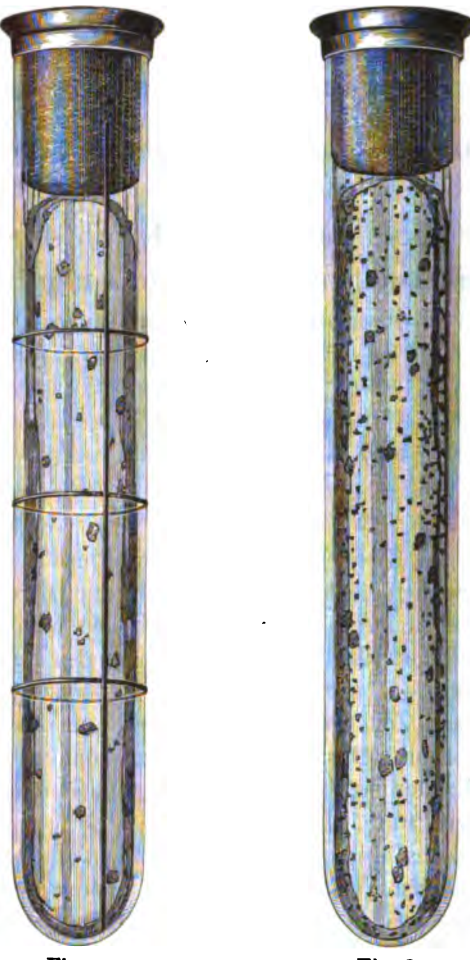


Fig. 1. Fig 2.

Durch zwei- bis dreimaliges langsames Hin- und Herbewegen des Röhrchens wird nun eine Vertheilung der Keime in der Gelatine bewirkt. die, wie das spätere Wachsen der Colonieen zeigt, in einer ganz gleichmässigen Weise vor sich geht.

Jetzt würde in bekannter Weise das Ausgiessen der Gelatine auf die sterilisirte Glasplatte erfolgen, woselbst das Erstarren der Nährlösung alsbald eintritt und durch das Ausbreiten in dünner Schicht ein isolirtes

Wachsen der Keime, sowie ein leichtes Beobachten und Herausfischen derselben ermöglicht wird.

Die Erwägung, dass wir im Innern des Reagensglases eine ungefähr ebenso grosse Fläche, wie die der gewöhnlichen Gelatineplatten besitzen, liess mich versuchen, die Gelatine an der Innenwand des Reagensglases gleichmässig zu vertheilen und somit eine, Sit venia verbo, aufgerollte Gelatineplatte herzustellen. Die gleichmässige Vertheilung der Gelatine gelingt nun ungemein leicht, wenn man nur die Wandung des Reagensglases gleichmässig abkühlt und zugleich dasselbe in möglichst schnelle rotirende Bewegung versetzt. Man erreicht dieses am besten, indem man das Gläschen wagerecht auf einer Schaale recht kalten Wassers schwimmen lässt.

Die Mündung verschliesst man mit einem gewöhnlichen Gummikäppchen, damit kein Wasser durch die Watte in's Innere des Gläschens eindringen kann. Schwimmt das Röhrchen auf dem Wasser, so beginnt man sofort, dasselbe durch leichte Bewegungen mit der rechten Hand in Rotation zu versetzen, die so lange fortgesetzt werden muss, bis alle Gelatine erstarrt ist, was in den meisten Fällen bei einigermaassen kaltem Wasser bereits nach 15 bis 20 Secunden der Fall sein wird. — Während der Rotation hat zugleich die linke Hand die Mündung des Röhrchens lose umfasst und verhütet dadurch, dass etwa durch die Rotation das vordere oder hintere Ende des Röhrchens aus der wagerechten Stellung im Wasser gebracht wird; taucht nämlich während des Erstarrens das eine der beiden Enden zu tief in das Wasser ein, so wird auch natürlicherweise dorthin mehr Gelatine fliessen und somit eine unliebsame ungleichmässige Vertheilung derselben herbeigeführt werden können.

Man bedient sich am besten recht weiter Reagensgläser, um die Gelatinefläche möglichst gross zu machen; dieselben werden in gewöhnlicher Weise mit ca. 10 ccm Nährlösung gefüllt.

Wenn man zum Erstarren der Gelatine kein Eiswasser, sondern etwa nur Leitungs- oder Brunnenwasser nimmt, muss dasselbe nach einiger Zeit durch frisches ersetzt werden, da es sich besonders im Sommer bald zu erwärmen pflegt und die Röhrchen dann nur langsam fest werden.

Ist sämmtliche Gelatine erstarrt, was man sehr bald richtig beurtheilen lernt, so kann man das Röhrchen ruhig aus dem Wasser nehmen, das Gummikäppchen wieder entfernen, und wird nun, wenn die Rotation geschickt gemacht wurde, bei der Klarheit der dünnen Gelatineschicht kaum sehen können, dass sich überhaupt Gelatine in dem Reagensglas befindet. — Ich will noch bemerken, dass sich am Kopfende des Röhrchens unterhalb der Watte öfter einige Luftbläschen in der Gelatineschicht zeigen, die bei dem Zusammenziehen der sich abkühlenden Röhrchenluft aus der Watte nach innen zu hineingesogen wurden; dieselben können

natürlich keine Verunreinigung durch äussere Keime bewirken, da das Gläschen ja durch die Watte bacteriendicht abgeschlossen ist, man kann sie aber vermeiden, wenn man die Gläser vor dem Füllen recht festpfropft.

Auch noch auf andere Weise kann man das Erstarren in gleichmässiger Schicht bewirken, indem man nämlich unter einem nicht zu schwachen Strahl der Wasserleitung das Gläschen in wagerechter Stellung möglichst schnell rotirt; man braucht sodann nicht einmal ein Gummikäppchen auf die Mündung zu setzen.

Im Verlauf von einigen Tagen, je nach der äusseren Temperatur, fangen nun die einzelnen Colonieen an zu wachsen und dem Auge sichtbar zu werden und zwar, wie vergleichende Versuche mit gewöhnlichen Plattenculturen ergaben, genau in derselben Weise, wie diese letzteren.

In der Art und Schnelligkeit des Wachsthums lassen sich keinerlei Unterschiede zwischen den beiden Verfahren auffinden, und die charakteristischen Kennzeichen der einzelnen Colonieen, z. B. bei Cholera und Milzbrand, wurde im Innern des Gelatineröhrchens mit derselben Leichtigkeit wie auf der ebenen Platte erkannt.

Auch das Betrachten mit der Lupe bietet natürlicherweise durchaus keine Schwierigkeit dar, und endlich lassen sich die Colonieen vortrefflich mit einer schwachen Vergrösserung auf dem Objecttische des Mikroskopes studiren.

Ich habe mir zu dem Zweck aus dünnem Zinkblech zwei Klammern zurecht gebogen, die ich an die gewöhnlichen Objectträgerklammern geschraubt, zum Festhalten des Reagensglases auf dem Objecttisch mit Vortheil benutze; natürlich wird diese Klemmen ein jeder Klempner oder Instrumentenmacher mit Leichtigkeit zu jedem Mikroskop passend anfertigen können.

Man betrachtet die Colonieen sodann mit enger Blende; störende Seitenreflexe oder Verzerrung der Conturen durch die Krümmung des Reagensglases finden dabei nicht statt, wie wohl am besten daraus hervorgeht, dass es Hrn. Stabsarzt Dr. Plagge schon beim ersten Versuch gelang, eine solche Reagensglas-Choleracultur direct unter dem Mikroskop mit ihren charakteristischen Merkmalen zu photographiren.

Will man aus einer Colonie eine Probe behufs Anlegung einer Stichcultur oder zu genauerer mikroskopischer Untersuchung entnehmen, so lüftet man zunächst durch leichtes Drehen den Wattepfropf; nach der Entfernung desselben wird jedoch in den meisten Fällen der Zugang zu dem Röhrchen noch verschlossen werden durch eine dünne Wattefaserschicht, die mit einer ebenfalls sehr dünnen Gelatineschicht verschmolzen ist, welch' letztere natürlich beim Erstarren auch die Mündung vollständig überzogen hatte; man entfernt dies Hinderniss mit leichter Mühe, indem

man mit einem glühenden Platindraht eingeht und sich mit demselben eine beliebig grosse Oeffnung in die Gelatine schmilzt. Nunmehr ist der Zugang frei und das Herausfischen einer einzelnen Colonie mit der Platinnadel ohne Schwierigkeit auszuführen; es lernt sich sogar leicht, diese Manipulation unter Controle des Mikroskopes zu machen, indem man die Nadel beim Einführen an den äusseren Rand des Reagensglases anlehnt und sich dadurch einen festen Stützpunkt für dieselbe schafft.

Sehr angenehm und von grossem Vortheil ist es, dass man die Reagensglasrolle beliebig lange und ohne doch in der Musterung derselben behindert zu sein vor Verunreinigung durch Keime aus der Luft schützen kann.

Wer mit Plattenculturen gearbeitet hat, wird es gewiss auch schon zu öfteren Malen unliebsam empfunden haben, dass ihm die Gelatineplatten besonders nach mehrfachen Besichtigungen durch darauffallende schnell wachsende Pilz- oder Bacterienkeime überwuchert und dadurch unbrauchbar wurden, wenn es sich z. B. um sehr langsam wachsende Bacterienarten handelte.

Ein anderes sehr lehrreiches Beispiel, das mich eigentlich zuerst auf meine Methode gebracht hat, wird das eben Hervorgehobene bestätigen. — Vor Kurzem unternommene Versuche über Desinfection, bei denen kleine Mengen von Gartenerde, die im Innern der desinficirten Gegenstände gelegen hatten, auf Platten ausgesät wurden, waren nach 14 bis 18 Tagen vollständig steril geblieben, sodass die Desinfection gelungen zu sein schien. Die Platten mussten sodann weggeworfen werden, da sie bei dem mehrfachen Besichtigen durch Luftkeime verunreinigt und von denselben überwachsen worden waren; die gleichen Versuche wurden etwas später wiederholt, nur mit dem Unterschied, dass diesmal die Erde in Reagensglasröllchen ausgesät wurde; auch hier war in den ersten drei Wochen kein Wachsthum zu bemerken, in der vierten Woche jedoch entwickelten sich, Anfangs nur unter dem Mikroskop sichtbar, von einzelnen Erdbröckchen aus einige Colonieen, die uns einmal die interessante Thatsache eines sehr späten Wachsthums nach der Aussaat in den guten Nährboden vor die Augen führten, sodann aber doch auch die Vermuthung aufdrängen mussten, dass bei den ersten Versuchen ebenfalls nicht vollständige Sterilisirung erfolgt gewesen ist.

Ein weiterer Vortheil des Koch'schen Plattenverfahrens besteht bekanntlich darin, dass man nicht allein über die Arten der in einer Flüssigkeit vegetirenden Mikroorganismen Auskunft erhält, sondern dass wir auch über die Anzahl der Keime in höchst einfacher Weise belehrt werden. Wir brauchen ja nur die gewachsenen Colonieen zu zählen. — Es ist unnöthig hervorzuheben, wie wichtig diese Thatsache für die Beurtheilung

von Boden, Luft und Wasser, besonders des letzteren ist, und wie angenehm es für manche Fälle, auf Reisen, bei Epidemieen oder im Feldzuge wäre, eine wenig zeitraubende und keine weiteren Apparate in Anspruch nehmende Methode zu haben, die Keime des Wassers z. B. zählen zu können.

Ich glaube, dass sich dieses mit der Reagensglasrollen-Methode in durchaus befriedigender Weise wird erreichen lassen.

Wie bereits oben erwähnt, gelingt es mit sehr geringer Uebung eine durchaus gleichmässige Vertheilung der Gelatine an den Wänden des Reagensröhrchens zu bewerkstelligen; die Keime werden daher auch, da sie ja durchaus gleichmässig in der Gelatine vertheilt waren, in nahezu gleichen Abständen von einander zur Entwickelung kommen, und ein Quadratcentimeter Oberfläche des Reagensglases wird deshalb auch nahezu dieselbe Anzahl von Colonieen zeigen, wie ein benachbarter oder etwas weiter entfernter. — Sind in dem Röhrchen überhaupt nur wenig, bis etwa 2- bis 300 Keime gewachsen, so verfährt man gerade so wie bei der Gelatineplatte, d. h. man zählt einfach die ganze Platte durch; zu diesem Zwecke erleichtere ich mir das Zählen und verhindere dadurch zugleich, dass eine Colonie vergessen wird, indem ich mit Dinte oder einem Glasbleistift zunächst vom unteren bis zum oberen Ende des Röhrchens einen Längsstrich mache; sodann theile ich durch mehrere, je nach der Anzahl der Colonieen etwa 3 bis 6 circuläre Linien die Oberfläche des Glases in ebenso viel Segmente, die nun mit Leichtigkeit einzeln mit der Lupe zu durchmustern sind; man geht dabei immer von dem Längsstrich aus und dreht, indem man zählt, das Glas so lange, bis man wieder auf denselben zurückgelangt, wobei man sicher ist, keine Colonie zu vergessen (siehe Fig. 1).

Hat sich eine grössere Anzahl von Keimen entwickelt, (Fig. 2) so wird das Durchzählen zu mühsam und man begnügt sich nunmehr, ganz so wie man es bei den Gelatineplatten bisher auch that, damit, dass man nur bestimmte Abschnitte der Oberfläche, z. B. einzelne Quadratcentimeter abzählt und aus dieser Anzahl durch Berechnung auf den gesammten Flächeninhalt der Platte, den Keimgehalt, wie sich gezeigt hat, mit genügender Genauigkeit erfährt.

Den Oberflächenwerth der Gelatineschicht im Reagensglase erhält man, indem man die Länge des Glases (vom Beginn der Krümmung des unteren Endes an nach aufwärts bis zum inneren Ende des Wattepfropfes). mit dem Umfang desselben multiplicirt. Das untere abgerundete Ende des Glases, sowie die Fläche, welche durch den Gelatinepfropf gebildet wird, berücksichtigt man dadurch, dass man den Durchmesser des Röhrchens der oben gefundenen Röhrchenlänge hinzuaddirt; es hat sich diese Art der Berechnung als die zuverlässigste gezeigt, wie die unten ange-

gebenen vergleichenden Zahlen ergeben werden. — Einen bestimmten Abschnitt des Röhrchens nun durchzuzählen, ist äusserst einfach; aus einem beliebigen Stück Papier schneidet man ein Quadrat von 1, $^1/_2$ oder $^1/_4$ ^{cm} Seitenfläche heraus, fixirt es sodann mit der linken Hand auf einer beliebigen Stelle des Reagensglases und zählt nun unter der Lupe die Anzahl der im ausgeschnittenen Quadrate sichtbaren Keime. Man wiederholt darauf das Manöver noch an beliebigen anderen Stellen des Glases, wodurch man zugleich ein Urtheil über die gleichmässige Aussaat erhält, berechnet aus der Anzahl der gezählten Quadrate das Mittel und multiplicirt das letztere mit der schon vorher ausgemessenen Reagensglasoberfläche, welche Zahl sodann die Summe sämmtlicher im Glase befindlicher Keime ergeben wird.

Um zu erfahren, ob man auf diese Weise auch wirklich genügend richtige Resultate erhält, habe ich zunächst eine Reihe von Controlproben mit Wasserplatten in der gewöhnlichen Weise ausgeführt, deren Ergebnisse ich beifolgend aufführe.

Wasserproben verschiedener Art (Leitungswasser, Seewasser, altes destillirtes Wasser u. s. w.).

Ausgesätes Quantum. Tropfen.	Durchweg gezählt oder aus Quadratcentimtr. berechnet.	Gezählt Tage nach der Aussaat.	Anzahl der Keime:	
			Auf der Platte.	Im Röhrchen.
5	durchgez.	4	106	125
5	"	3	16	24
5	"	5	72	102
10	"	3	74	66
10	"	5	230	250
5	berechnet	2	7956	7728
5	durchgez.	3	120	117
5	"	3	133	96
5	berechnet	3	714	1136
5	"	3	924	1207
2	"	4	282	568
2	"	4	552	426
0·5 ^{ccm}	durchgez.	4	403	462
0·5 ^{ccm}	berechnet	4	1755	1680
0·5 ^{ccm}	"	4	792	1080

Die meist etwas niedrigen Zahlen der Plattenculturen lassen sich wohl daher erklären, dass beim Ausgiessen der Gelatine auf die Platten stets ein Theil der Gelatine im Reagensglas zurückbleibt.

Die sich ergebenden Differenzen zwischen beiden Methoden liegen sämmtlich innerhalb der Grenzen, die auch zwischen zwei in gleicher Weise auf Platten ausgegossenen Wasserproben hätten bestehen können, und liefern also den Beweis, dass in der That das Zählen der Keime im Reagensglas ebenso genau ausführbar ist, wie auf der ebenen Platte.

Auch die Gefahr, dass schnell wachsende und zugleich die Gelatine verflüssigende Bacterien in kurzer Zeit an der Innenwand des Glases herablaufen und so die Gelatinerolle vorzeitig zerstören würden, zeigte sich als nicht grösser, wie bei den wagerecht liegenden Platten auch, da in beiden Fällen die Culturen etwa zu derselben Zeit und in demselben Umfang durch das Ueberfluthen mit den verflüssigten Colonieen unbrauchbar wurden.

Noch auf eine Unbequemlichkeit möchte ich aufmerksam machen, die sich aber leicht vermeiden lässt; es kommt vor, dass zumal im Sommer bei längerem Anfassen des Glases mit der warmen Hand, wie z. B. beim



Fig. 3. Reagensglashalter zum Colonieenzählen.
Bei *a* ein Ausschnitt von 1, $^1/_2$ oder $^1/_4$ Quadratcentimeter.

Zählen die Gelatine an der berührten Stelle sich verflüssigt und dadurch die ebene Schicht zerstört wird; man kann sich davor schützen, wenn man entweder etwas Watte oder einen anderen schlechten Wärmeleiter zwischen Finger und Glas legt, oder das Glas nur vermittelst einer Klammer anfasst, wie solche ja überall in den Handlungen mit chemischen Apparaten käuflich zu haben sind.

Ich habe mir, um es ganz bequem zu haben, von Dr. Rohrbeck hier einen kleinen Apparat anfertigen lassen, der das Reagensglas in einer Hülse fixirt und zugleich vor einem entsprechenden Ausschnitt eine Lupe trägt, so dass man die Culturen zählen kann, ohne eine Hand dabei nöthig zu haben.

Ich habe mein Verfahren auch auf das gewöhnliche Nähragaragar auszudehnen gesucht; es ist ja bekannt, dass man flüssig gemachtes Agar-

agar bis zwischen 30 bis 40° C. abkühlen kann und dann vor der Erstarrung in gleicher Weise wie die Gelatine mit Bacterienkeimen mischen.

Man kann dieses dann auch auf Platten ausgiessen und erstarren lassen, doch haftet es nur schlecht auf der glatten Glasfläche und so pflegten auch die im Reagensglas sonst gleichmässig erstarrten Agarröllchen beim Aufrichten des Gläschens am Wattepfropf abzureissen und an der Glaswand langsam auf dem Boden zusammen zu sinken; es gelang mir jedoch durch Zusatz von 2 bis 3 Tropfen einer neutralisirten und im Dampfkochtopf sterilisirten Lösung von Gummi arab. oder Fischleim ein wesentlich besseres Resultat zu erzielen, indem nun in den meisten Fällen das Zusammensinken des Agaragar nicht mehr eintrat.

Es bieten diese Röhrchen den grossen Vortheil, dass man sie in den Brutapparat stellen kann, was ja für Culturen mancher nur bei Körpertemperatur gut wachsender Bacterien von Wichtigkeit sein wird.

Ich will noch bemerken, dass es überhaupt praktisch sein wird, im heissen Sommer die Gelatinirfähigkeit der Nährlösung durch einen etwas grösseren Gelatinezusatz bei Anfertigung derselben noch zu erhöhen. Hat man es mit Culturen von anaërob wachsenden Bacterien zu thun, so füllt man nach dem Erstarren der Reagensglasrolle den in der Mitte bleibenden Hohlraum mit dem flüssig gemachten Inhalt eines zweiten Gelatineröhrchens aus, braucht dabei jedoch die Vorsicht, das erste Röhrchen in ein Wasserglas mit Eiswasser zu stellen, damit nicht die bereits erstarrte dünne Gelatineschicht von der wärmeren Gelatine des zweiten Röhrchens wieder abgespült wird.

Es gelang auf diese Weise z. B. das Wachsthum des maligen Oedems in der Colonie von Tag zu Tag direct unter dem Mikroskop zu verfolgen, was mit den bisher bekannten Methoden nicht möglich war.

Wenn ich nun zum Schluss noch einmal anführen soll, wann und wo ich die Anwendung des modificirten Plattenverfahrens für besonders empfehlenswerth halte, so werden es einmal jene Gelegenheiten sein, wo man aus irgend einem Grunde die besonders lange Conservirung der ausgesäten Keime wünscht, dann aber vor allem überall dort, wo Zeit und Ruhe, Platz und Apparate fehlen, das Plattenverfahren mit der nöthigen Exactheit auszuführen.

Ich will erwähnen, dass mir die Gelatinerollen auf einer achttägigen Reise, die ich behufs Seewasseruntersuchung an die Nordseeküste unternahm, die besten Dienste geleistet haben; ich habe alle Seewasserproben direct an Ort und Stelle in den Röhrchen vertheilt und sämmtlich unversehrt nach Hause gebracht, wo ich mich mit Ruhe an das Zählen und Fischen der inzwischen gewachsenen Colonieen machen konnte.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber den Bacteriengehalt des Eises.

Von

Dr. med. Carl Fränkel,
Assistent am hygienischen Institut in Berlin.

Im Anfange dieses Jahres machte die Berliner „Krystalleis-Actien-Gesellschaft", welche Eis auf künstlichem Wege aus destillirtem Wasser herstellt, in einer Eingabe an das kaiserliche Reichs-Gesundheitsamt und eine Reihe von medicinischen Vereinen auf die Misstände und Gefahren aufmerksam, welche durch den Gebrauch von natürlichem Roheis entstehen sollten. Zum Beweise dieser Behauptung wurden die Ergebnisse der chemischen und mikroskopischen Untersuchungen mitgetheilt, welche — auf Veranlassung der oben genannten Gesellschaft — Dr. Bischoff mit einer ganzen Reihe von Eisproben aus den verschiedenen Berliner Werken vorgenommen hatte. Dieselben waren allerdings geeignet, die Aufmerksamkeit der betheiligten Kreise zu erregen. Weniger die Resultate der chemischen Analyse, als namentlich die Untersuchungen über den Bacteriengehalt der betreffenden Eisarten stellten dieselben nämlich auf eine Stufe mit einem sehr beträchtlich verunreinigten Wasser, welches nach den Ansprüchen der Hygiene weder als Trink- noch als Nutzwasser für brauchbar hätte angesehen werden dürfen. Bei dem Interesse, mit welchem man jetzt auf allen Seiten den Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege gegenübersteht, war es begreiflich, dass diese Mittheilungen einiges Aufsehen machten. Man sagte sich mit Recht, dass die ausserordentliche Sorgfalt, mit welcher man in Berlin über einer regelmässigen, guten Beschaffenheit des Leitungswassers wacht, nicht im Einklang stehen könne mit einer Vernachlässigung der Verhältnisse, unter welchen wir Wasser in gefrorenem Zustande, also als Eis, verwenden.

Um die Frage der Entscheidung näher zu bringen, beauftragte mich Hr. Geheimrath Koch, dieselbe einer etwas genaueren Prüfung zu unterziehen und namentlich auch dem Bacteriengehalt der betreffenden Eisarten besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Bischoff war bei seinen Untersuchungen so vorgegangen, dass er einen Cubikcentimeter der bei dem freiwilligen Schmelzen der Eisproben in grösserer Menge entstandenen Schmelzwässer in Nährgelatine brachte und dann die Zahl der nach einiger Zeit in derselben zur Entwicklung gekommenen Bacterienkeime feststellte.

Er hatte auf diesem Wege gefunden:

„Zahl der lebensfähigen Bacterienkeime in einem Cubikcentimeter rohen Eiswassers.“

a) Reinickendorfer	Werke	=	720000	Keime
b) Moabiter	„	=	140000	„
c) Charlottenburger	„	=	750000	„
d) Braun's	„	=	720000	„
e) Norddeutsche	„	=	360000	„
f) Thater's	„	=	400000	„
g) Dowe's	„	=	880000	„

Diese Zahlen mussten von vornherein etwas auffallen. Selbst ziemlich stark verunreinigtes Wasser, z. B. das der Spree innerhalb der Stadt Berlin, enthält in der kalten Jahreszeit kaum jemals solche Mengen von Mikroorganismen, wie sie hier als im Eis vorhanden angeführt werden.

Und doch kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Bacterien im Eise ganz ungleich ungünstigere Verhältnisse vorfinden wie im Wasser, denn bei einer Temperatur um 0° herum hat erfahrungsgemäss überhaupt kein Wachsthum und keine Vermehrung der Mikroorganismen weiter statt.

Eis, dem solche Mengen von Keimen innewohnten, wie sie in den oben mitgetheilten Analysen gefunden wurden, müsste also einem ganz ungewöhnlich verunreinigten Wasser entstammen.

Auf jeden Fall war es interessant, den betreffenden Verhältnissen einmal näher zu treten. Die Untersuchungen selbst, welche im hygienischen Institute ausgeführt wurden, schlossen sich im einzelnen möglichst genau an die Methode an, welche für die bacteriologische Analyse irgend eines Wassers jetzt schon überall in Anwendung ist. Dieselbe darf deshalb wohl als bekannt vorausgesetzt werden, und es wird unnöthig sein, näher auf ihre Principien einzugehen. Nur auf einen Punkt mag noch besonders aufmerksam gemacht werden. Abgesehen von den ganz selbstverständlichen Vorsichtsmaassregeln, welche bei keiner bacteriologischen Untersuchung ausser Acht gelassen werden dürfen — Hantiren mit sicher

sterilisirten Gefässen und Nährlösungen u. s. w. — sind bei der Wasseruntersuchung noch einige besondere Rücksichten zu beobachten. Man muss einmal das betreffende Wasser stets möglichst sofort nach der Entnahme untersuchen, denn es hat sich herausgestellt, dass — namentlich bei etwas höheren Aussentemperaturen — schon in wenigen Stunden die Anzahl der im Wasser vorhandenen Bacterien um das vielfache zunimmt. Man hat ferner darauf zu achten, dass jedesmal vor dem Einbringen in die Nährlösung eine möglichst gleichmässige Mischung der betreffenden Wasserprobe stattfindet — denn schon in kurzer Zeit senkt sich die Hauptmenge der Bacterien zu Boden und veranlasst so recht erhebliche Unterschiede im Mikroorganismengehalt der einzelnen Schichten. Endlich muss von einem jeden Wasser, über dessen Beschaffenheit in mikroskopischer Hinsicht man sich einen genauen Aufschluss verschaffen will, eine grössere Anzahl von Einzeluntersuchungen vorgenommen werden — denn das Resultat ist häufig genug von Tag zu Tage ein wechselndes, und erst eine ausgedehntere Reihe von Einzelergebnissen erlauben ein zuverlässiges Gesammturtheil.

Wenn diese für eine mikroskopische Wasseranalyse wesentlichsten Gesichtspunkte auch für die Untersuchung des Eises auf seinen Bacteriengehalt zur Anwendung kommen, so ergiebt sich deren Ausführung im einzelnen ganz von selbst.

Vermittelst eines sorgfältig gereinigten Hammers wurde ein etwa zweifaustgrosses Stück Eis von seiner Umgebung losgetrennt, mit sterilisirtem, destillirten Wasser abgespült und in ein sterilisirtes Glasgefäss gelegt. Sobald sich dann mehrere Gramm Schmelzwasser angesammelt hatten, wurde eine abgemessene Menge desselben in Fleischwasserpeptongelatine eingebracht und auf Glasplatten aufgegossen. Es mag hier nochmals darauf aufmerksam gemacht werden, wie wichtig es ist, die Untersuchung des Schmelzwassers möglichst bald nach dem Thauen des Eises vorzunehmen. Nur so kann man sich vor den Irrthümern schützen. welche sonst durch rasche Vermehrung der Bacterienkeime veranlasst werden. Es kann uns vom praktischen Gesichtspunkte aus nur die Anzahl der Mikroorganismen interessiren, welche eben im Eise wirklich vorhanden sind und nicht derjenigen, welche unter Umständen sich beim Schmelzen desselben noch entwickeln können. Wir werden sehen, dass nicht unerheblicheUntersuchungsfehler dem Ausserachtlassen dieser Vorsichtsmaassregel entspringen können.

War also eine kleine Quantität Eis gethaut, so wurde zunächst durch Schütteln eine möglichst gleichmässige Mischung der einzelnen Theile des Schmelzwassers herbeigeführt, und dann mit sterilisirten Pipetten 1 ^{ccm} dieses Wassers in Nährgelatine eingebracht. Gewöhnlich wurden je zwei

Gläschen mit einem und wieder je zwei mit einem $^1/_2$ ccm Wasser versetzt. Die letzteren mussten dann annähernd die Hälfte der in den ersteren enthaltenen Keime aufweisen und dienten somit gewissermaassen zu Controlversuchen. Der Inhalt der Reagensgläschen wurde dann in der bekannten Weise auf Glasplatten ausgegossen.

Die Zeit, nach welcher in diesem Nährboden die ursprünglich im Eise vorhandenen Keime zur vollen und ausgiebigen Entwickelung gelangten, war je nach den Wärmeverhältnissen des Aufbewahrungsraumes der beschickten Platten eine verschiedene. Gewöhnlich schwankte sie zwischen 3 und 4 × 24 Stunden. Die Zählung der auf der Platte entstandenen Colonieen geschah dann mit Hülfe einer quadrirten Zählplatte in genau derselben Weise, wie sie bei den Untersuchungen der Trinkwässer u. s. w. zur Anwendung kommt. Meist wurden sechs einzelne Quadrate ausgezählt, dann der Durchschnittswerth ermittelt und dieser mit der Zahl der in Betracht kommenden Vierecke auf der Platte multiplicirt. War die Menge der Colonieen in der Gelatine nur eine mässige, so wurden alle einzeln gezählt.

Da man, wie schon erwähnt, bei den Wasseruntersuchungen stets eine grössere Reihe von Einzelergebnissen verwerthen muss, um ein brauchbares Durchschnittsresultat zu erhalten, und da man ferner vom Eise annähernd ähnliche Verhältnisse schon von vornherein vermuthen durfte, so wurde auch hier zunächst einmal eine fortlaufende Untersuchung von Eisproben derselben Herkunft angestellt — und in der That auch im einzelnen sehr erheblich von einander abweichende Resultate erhalten.

Es war zuerst das Eis der „Norddeutschen Eiswerke“ zu Berlin, welches verwendet wurde und zwar das als Roh- oder Natureis bezeichnete Material. Dasselbe wird im Laufe des Winters von dem Rummelsburger See oberhalb Berlins, einer seeartigen Ausbuchtung der Spree, gewonnen. Gewöhnlich, wenn das Eis eine Stärke von 15 bis 20 cm erreicht hat, wird mit der Ernte vorgegangen und die erhaltenen Eismassen in grossen Aufbewahrungsschuppen niedergelegt.

Die bei der Untersuchung dieses Eises erhaltenen Resultate sind nun folgende:

Tag der Anfertigung der Platten.	Tag der Zählung.	Zwischenzeit.	Anzahl der gezählten Colon.	
		Stunden.	in 1 ccm	in $^1/_2$ ccm
15. Februar 1886	19. Februar 1886	90	220 218	116 102
16. „	20. „	90	380 472	228 224
18. „	22. „	90	314 260	140 120

Tag der Anfertigung der Platten.	Tag der Zählung.	Zwischenzeit. Stunden.	Anzahl der gezählten Colon. in 1 ccm	in 1/2 ccm
22. Februar 1886	26. Februar 1886	92	6300 5580	2700 3300
28. "	3. März	74	158 164	70 90
1. März	5. "	94	920 800	440 400
2. "	6. "	95	80 86	32 36
4. "	8. "	96	80 64	50 44
5. "	8. "	70	8000 7200	3500 3600
7. "	11. "	96	960 1020	504 650
8. "	12. "	92	34 38	15 20
9. "	12. "	70	680 790	405 360
10. "	13. "	70	5800 6000	2800 3200
11. "	15. "	96	2200 2400	1320 980
12. "	15. "	72	780 840	480 375
13. "	16. "	70	1400 1540	680 690
14. "	17. "	70	1950 1840	900 1050
15. "	19. "	90	2800 3500	1950 1540
16. "	19. "	70	1320 1400	630 700
17. "	21. "	96	2160 2000	1120 1350
19. "	23. "	90	120 130	58 42
20. "	23. "	70	4200 4000	2000 2300
21. "	24. "	70	1940 2200	980 800
23. "	26. "	70	78 64	32 15
24. "	28. "	70	356	201
25. "	28. "	70	2400 1900	1080 960
26. "	29. "	70	4500 3600	1750 2200
27. "	30. "	70	4200 4160	2000 1950

Tag der Anfertigung der Platten.	Tag der Zählung.	Zwischenzeit.	Anzahl der gezählten Colon.	
		Stunden.	in 1 ccm	in $^1/_2$ ccm
28. März 1886	1. April 1886	90	1800 1940	980 860
30. „	2. „	70	292	170
31. „	3. „	70	21 31	16 23
1. April	4. „	70	4500 3600	1940 2100
2. „	5. „	70	960	520
3. „	6. „	70	420	160
4. „	7. „	70	2070 2700	1200 1400
5. „	8. „	70	800	490
6. „	9. „	70	1020	610
8. „	11. „	70	1400	810
9. „	12. „	70	8800	4860
11. „	14. „	70	4800	2600
12. „	15. „	70	2900 3200	1700 1740
14. „	17. „	70	8400 6300	4300 3900

Wenden wir uns einer etwas genaueren Betrachtung dieser Untersuchungsergebnisse zu, so fällt uns vor allem wohl *die grosse Verschiedenheit der einzelnen Resultate* auf. Bald sind es nur wenige Hunderte, bald viele Tausende von entwickelungsfähigen Keimen, welche aus einem Cubikcentimeter frischgeschmolzenen Eises erhalten werden. Doch kann uns bei näherer Ueberlegung diese Thatsache keineswegs auffallen. Eis ist eben nichts anderes als Wasser in gefrorenem Zustand, und vom Wasser ist es bereits allgemein bekannt, wie sehr wechselnd sein Gehalt an Mikroorganismen ist. Je nach der Menge von Bacterienkeimen also, welche in den betreffenden Wassertheilen an Ort und Stelle und in dem Augenblicke vorhanden war, als dieselben unter dem Einfluss der niedrigen Temperatur zu Eis erstarrten, wird sich auch die Quantität der Bacterienkeime im Eis gestalten. Es wird dabei z. B. von Wichtigkeit sein, ob die Wasserschicht, welche zu Eis wird, näher der Oberfläche liegt oder nicht, ob sie dem Uferbezirke des Wassers angehört oder der Mitte u. s. f.

Bemerkenswerth ist ferner, dass auch *die höchsten der von uns erhaltenen Werthe um ein sehr Beträchtliches hinter den Zahlen zurückbleiben, welche oben von Bischoff mitgetheilt worden sind.* Derselbe hatte bei der Untersuchung des Eises der Norddeutschen Eiswerke im Cubikcentimeter 370000 Keime gezählt.

Möglich wäre es ja nun allenfalls, dass Bischoff bei einer einmaligen Untersuchung gerade auf eine besonders stark verunreinigte Partie des betreffenden Eises gestossen sei. Da sich aber auch bei den übrigen Eissorten ähnlich hohe Angaben wiederfinden, welche ebensowenig mit unseren Resultaten übereinstimmen, so darf man wohl annehmen, dass Bischoff jenen Irrthum nicht vermieden hat, auf den wir bereits hingewiesen haben, dass er nämlich das Schmelzwasser nicht sogleich oder wenigstens möglichst bald nach dem Entstehen untersucht hat. Bewahrt man derartiges Schmelzwasser — auch geschützt gegen irgend welche äussere Verunreinigung — bei gewöhnlicher Zimmertemperatur auf, so kann man mit Leichtigkeit eine sehr schnelle und belangreiche Vermehrung seiner Bacterienkeime beobachten.

Es wurde z. B. Eis vom 7. März, welches im Cubikcentimeter 960 und 1020 Keime enthielt, elf Tage lang geschmolzen aufbewahrt. Dann am 17. März von diesem Wasser Platten angefertigt. Dieselben ergaben das Resultat, dass ein Tropfen = $^1/_{20}$ ccm 11000 und die Controlplatte mit zwei Tropfen = $^1/_{10}$ ccm 21500 Keime enthielt, das macht also im ganzen Cubikcentimeter 215000 bis 220000 Keime. Eis vom 10. März mit 5800 bis 6000 Keimen gab nach achttägigem Stehen 510000 Keime u. s. w.

Wenn nun demnach auch unsere Untersuchungsergebnisse mit den Bischoff'schen nicht übereinstimmen, so sind doch immerhin die gefundenen Mengen von Bacterienkeimen im Eise erheblich genug, um die Frage zurechtfertigen, ob vom hygienischen Standpunkte aus nicht gegen manche Verwendungsweisen eines derartigen Materials ernsthafte Bedenken geltend gemacht werden müssen. Wasser, dem eine gleiche Anzahl von Keimen innewohnten, unter Umständen also mehrere Tausende, würde man wohl unter keiner Bedingung als ein geeignetes Trink- oder Nutzwasser ansprechen dürfen.

Dazu kommt, dass eine allerdings nur kleine Reihe von Versuchen sogar darauf hinzudeuten scheint, dass das Ursprungswasser eines Eises von einigen Tausend Keimen in hygienischer Hinsicht noch erheblich schlechter gestellt sei.

1 ccm Spreewasser wird am 27. Februar in Nährgelatine gebracht und bei der später erfolgenden Untersuchung festgestellt, dass 1 ccm 6000, $^1/_2$ ccm 3000 Keime enthielt. Von diesem Wasser wird nun am 27. Februar eine Quantität frieren gelassen bei einer Temperatur von -8 bis $-12°$ C. Nach zwei Tagen wird das gefrorene aufgethaut und das Schmelzwasser untersucht. Es enthielt 1 ccm 1200, $^1/_2$ ccm 462 Keime. Es war also durch zweitägiges Gefrieren die Anzahl der Keime auf ungefähr den fünften Theil zurückgegangen. Eine andere Menge desselben Wassers wurde

neun Tage lang — bis zum 5. März — gefroren gehalten; es finden sich darnach nur noch 14 in 1 ^{ccm} und 9 Keime in $^{1}/_{2}$ ^{ccm} vor.

Spreewasser vom 9. März enthält Keime:

in 1 ^{ccm} 3300, in $^{1}/_{2}$ ^{ccm} 1700.

Nach dreitägigem Frieren:

1 ^{ccm} 20/22, $^{1}/_{2}$ ^{ccm} 8/15.

Wasser mit ca. 500000 Keimen im Cubikcentimeter friert sechs Tage (vom 15. März bis zum 21. März). Darnach untersucht finden sich im Cubikcentimeter noch vor:

36000 und 32000 Keime.

11. März	Wasser:	1 ^{ccm} =	4800/4200.
bis zum 16. „	gefroren:	1 ^{ccm} =	340/430.
14. „	Wasser:	1 ^{ccm} =	11000/12500.
bis zum 20. „	gefroren:	1 ^{ccm} =	2400/2200.

Es scheinen diese Versuche allerdings in einem gewissen Widerspruch mit den bisher angenommenen Thatsachen zu stehen, welche den Bacterien eine sehr grosse Widerstandsfähigkeit selbst gegen erheblich höhere Kältegrade zuschrieben. Doch mag daran erinnert werden, dass man diese Resistenz nur als absolut vorhanden festgestellt hat. Man fand, dass z. B. eine Milzbrandcultur auch nach dem Ueberstehen sehr niedriger Temperaturen noch entwickelungsfähig war. Wie viele Einzelindividuen aber dabei zu Grunde gegangen waren, und ob nicht schliesslich nur einige besonders kräftige mit dem Leben davon kamen, welche den äusseren Einflüssen einen sehr hohen Widerstand entgegenzusetzen vermochten und nachher dann auch im Stande waren, die Art wieder weiter fortzupflanzen, ist nicht erwiesen. Es wäre Sache späterer Versuche, das einmal genauer zu erforschen.

Hier scheint nur soviel festzustehen, dass immerhin eine gewisse Anzahl von Bacterienkeimen des Wassers den Process des Frierens nicht überdauert, dass deswegen selbst bacterienreiches Wasser noch ein mässig bacterienfreies Eis liefert. Auf der anderen Seite aber bringt uns dies zu der Annahme, dass ein bacterienreiches Eis dann doch wohl einem recht unbrauchbaren Wasser entstammen müsse, und dass eine gewisse Vorsicht bei seinem Gebrauche immerhin angezeigt sei.

Dem mag man zunächst entgegenhalten, dass Angaben fehlen, ob auch Bacterien, deren gefährliche Eigenschaften bekannt sind, pathogene Arten, im Eise gefunden wurden — wobei man wohl hauptsächlich an Typhus, Milzbrand u. s. w. zu denken hätte. Es lag begreiflicher Weise

ausser dem Bereiche dieser Untersuchung, die zur Entwickelung gekommenen Bacterien einer genaueren Prüfung auf ihre Qualitäten hin zu unterziehen. Einer oberflächlichen Durchsicht schienen alle die Arten, welche sich bei den Untersuchungen des Wassers regelmässig finden, auch hier wiederzukehren, und von den etwas bekannteren und irgendwie charakteristischen Species fehlte keine einzige. Nun sind einmal auch die Wasserbacterien auf ihre etwaigen pathogenen Eigenschaften hin noch nicht genauer untersucht — es lässt sich also von denen des Eises nicht mehr sagen. Das aber kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass, je grösser überhaupt die Menge von Bacterien in einem Substrat ist, um so mehr auch an und für sich die Möglichkeit sich steigert, dass unter diesen pathogene sind.

Dass das Eis der Norddeutschen Werke, welches hier einer genauen Untersuchung unterzogen wurde, nun nicht etwa hinsichtlich seiner Eigenschaften ungünstiger dasteht, als die Mehrzahl der übrigen Roheisarten, war schon von vorneherein anzunehmen. Die Norddeutschen Eiswerke beziehen ihr Material von einem verhältnissmässig noch recht günstig gelegenen Herkunftsort, während andere Eisproducenten ohne Bedenken von erheblich fragwürdigeren Gebieten ernten, überfluteten Wiesen, dem Unterlaufe der Spree u. s. f.

Es wurde deshalb auch bei den anderen Eisarten die bacterioskopische Untersuchung nur bis zu dem Punkte fortgeführt, dass einige Resultate eine so grosse Menge von Mikroorganismen angaben, dass darnach schon ein endgültiges Urtheil gerechtfertigt erscheinen konnte. Gewöhnlich genügte hierfür schon eine ganz geringe Zahl von Untersuchungen.

Es fanden sich im Eise

1. der Polareiswerke, Charlottenburg, am Spandauer Schifffahrtscanal:

25. März	1 ccm	2200,	1/2 ccm	1000,
26. „	„	4900/4300,	„	3000/2100,
27. „	„	1600/1720,	„	900/760,
28. „	„	6300/6900,	„	3000/3800.

2. Deutsche Eiswerke von Dowe Coloniee-Str. 28:

25. Februar	1 ccm	25000/21000,	1/2 ccm	9500/7300,
27. „	„	22000/20000,	„	10000/13000,
28. „	„	16500/18000,	„	9000/9400.

3. Eiswerke Moabit, Ahrens, Nordufer, am Plötzensee:

1. März	1 ccm	210/354,	1/2 ccm	216/180,
2. „	„	1920/1840,	„	1050/830,
3. „	„	2460/2600,	„	1100/1350.

4. Märkische Eiswerke, Nauck:

12. März 1 ccm 12000/10000, 1/2 ccm 6500/6000,
13. „ „ 9500/9200, „ 5000/4800,
14. „ „ 11200/12000, „ 5000/6300,
15. „ „ 1420/1200, „ 630/620.

5. Thater'sche Eiswerke.

1. April 1 ccm 360/380, 1/2 ccm 190/120,
2. „ „ 1940/1850, „ 1050/920,
3. „ „ 3600/4700, „ 2200/2300,
4. „ „ 2200/2800, „ 1100/980,
5. „ „ 6200/5900, „ 3000/2900.

Wie man sieht, konnte so keine der in Berlin gangbaren Roheisarten einer Prüfung vom hygienischen Gesichtspunkte aus Stand halten. Sie alle ergaben sich als mehr oder minder hochgradig mit Bacterienkeimen durchsetzt, und ihr Gebrauch erschien demnach keineswegs so ganz unbedenklich.

Nun war man auf Seite der Fabriken wohl schon theilweise auf diese Misstände aufmerksam geworden und hatte ihnen, da ja bei der Roheisproduction dem Uebel an der Quelle nicht beizukommen war, dadurch abzuhelfen gesucht, dass man Eis aus möglichst reinem Wasser auf künstlichem Wege herzustellen unternahm.

Die Norddeutschen Eiswerke z. B. bereiten auch sogenanntes Kunst- oder Krystalleis aus destillirtem und aus Brunnenwasser. Doch überwiegt die Verwendung des letzteren wohl bedeutend; und da unser Brunnenwasser zum Theil wenigstens recht reich an Mikroorganismen ist, so dürfen wir uns nicht darüber wundern, dass auch das daraus hergestellte Eis noch Mengen von Bacterien enthält. Es wurden zu wiederholten Malen Platten von Krystalleis der Norddeutschen Werke untersucht, und jedes Mal eine nicht unbedeutende Zahl von Bacterien gefunden.

		Stunden.	1 ccm		1/2 ccm	
17. April	20. April	70	1600	1550	880	800
18. „	21. „	70	810	600	450	450
20. „	23. „	70	2080	2300	900	820
21. „	24. „	70	1600	1750	900	930
23. „	26. „	70	160	140	96	80
24. „	27. „	70	920	1040	630	600
25. „	28. „	70	730	620	344	360
26. „	29. „	70	1040	1020	730	780
27. „	30. „	70	1200	1200	420	730
29. „	2. Mai	70	320	280	160	170

Ein derartiges Kunsteis besitzt natürlich so zu sagen keinerlei Vorzug vor gutem Roheis.

Nun besteht in Berlin auch noch eine Gesellschaft, welche Eis nur auf künstlichem Wege herstellt und zwar gleichfalls sowohl aus destillirtem wie aus Brunnenwasser. Doch kommt das letztere hier nur aushülfsweise in Gebrauch, und wird etwa der zehnte Theil des überhaupt producirten Materials aus Brunnenwasser bereitet. Für die übrigen neun Zehntel wird destillirtes Wasser verwendet, welches direct nach dem Verdampfen in Condensoren aufgesammelt und aus diesen ohne weiteres in die Kühlvorrichtungen eingeleitet wird, wo es in den gefrorenen Zustand übergeht. Die hierzu nöthige Kältemenge wird durch Verdunstung von comprimirtem Ammoniak geliefert, welches durch eine Chlorcalciumlösung geleitet wird, die ihrerseits wieder die Kühlschiffe umgiebt.

Eine Verunreinigung des benutzten Wassers mit Keimen von Mikroorganismen ist bei diesem Verfahren so gut wie völlig ausgeschlossen. und in der That ergiebt auch die Untersuchung die beinahe vollkommene Abwesenheit von Bacterien in diesem Kunsteise.

		Stunden.	1 ccm		1/2 ccm	
14. April	18. April	90	10	6	0	6
15. „	19. „	90	0	2	3	0
18. „	21. „	70	14	3	3	3
19. „	22. „	70	8	8	2	5
20. „	23. „	70	6	4	4	5
21. „	24. „	70	0	6	4	4
24. „	27. „	70	0	2	0	0
28. „	1. Mai	70	0	0	3	0
30. „	3. „	70	0	0	0	0
1. Mai	4. „	70	12	10	4	9
2. „	5. „	70	6	5	5	2
3. „	6. „	70	2	7	3	5
4. „	7. „	70	3	3	2	0

Dagegen ist dasjenige Eis, welches von der Krystalleisgesellschaft nicht aus destillirtem, sondern aus Brunnenwasser hergestellt wird, genau ebenso reich an Bacterienkeimen, wie das auf gleichem Wege gewonnene Eis der Norddeutschen Werke.

		Stunden.	1 ccm		1/2 ccm	
30. März	2. April	70	1260	880	630	540
2. April	5. „	70	1440	verfl.	720	780
6. „	9. „	70	1840	1890	900	810
8. „	11. „	70	1190	1360	720	800
13. „	17. „	92	1200	980	490	560
16. „	20. „	90	1000	1020	500	530

Es hat sich somit herausgestellt, dass alle die in Berlin zur Verwendung kommenden Roheisarten reich an Bacterienkeimen sind, dass auch das aus Brunnenwasser künstlich bereitete Krystalleis verhältnissmässig viel Keime enthält, und dass nur das aus destillirtem Wasser hergestellte Kunsteis fast frei von Mikroorganismen ist.

Würde es sich hier um einen Gegenstand handeln, welcher ausschliesslich als Nahrungs- oder Genussmittel in Gebrauch ist, so könnte es keinem Zweifel unterliegen, dass man von der Verwendung der ersten beiden Arten entschieden abrathen müsste. Nun liegt aber der Werth des Eises hauptsächlich in seiner Benutzung zu anderen Zwecken.

Es dient einmal in der Industrie zur Abkühlung von Mischungen und Lösungen; hierbei ist es natürlich ganz gleichgültig, ob wir bacterienfreies oder bacterienreiches Eis verwenden. Es dient ferner und wohl hauptsächlich zur Conservirung unserer Nahrungsmittel. Dabei kommt es aber mit denselben doch nur theilweise in directe Berührung. Gewöhnlich wird es in die Kasten der Eisspinden eingelegt und ist also durch dichte Wände von den aufzubewahrenden Gegenständen getrennt. In allen diesen Fällen ist es zunächst ohne Bedeutung, welcher Art das benutzte Eis ist. Freilich sollte man von dem Gebrauch allzu sehr verunreinigten Materials auch hier absehen. Wer einmal in ein Eisspind hineingesehen oder hineingerochen hat, welches nur etwa 14 Tage hindurch in Benutzung gewesen, der wird sich ohne weiteres von der Menge des angesammelten Schmutzes und Schlammes überzeugt haben, welcher aus den organischen Beimengungen der inzwischen geschmolzenen Eismassen herstammt.

In einer nicht allzu geringen Anzahl von Fällen nun kommt das Eis aber in unmittelbare Berührung mit unseren Nahrungsmitteln. Fleisch, Fische, Gemüse u. s. w. werden direct „auf Eis gelegt“ und so aufbewahrt. Dieselben werden aber wohl ausnahmslos vor dem Gebrauche gekocht, also gründlich sterilisirt, und es mag deshalb noch gleichgültig sein, ob dieses oder jenes Eis zur Anwendung kommt. Anders aber steht die Sache da, wo dies nicht geschieht, wo das Eis im Gegentheil mit der Nahrung genossen wird. Wir kühlen z. B. häufig unsere Getränke, indem wir sie mit Roheis versetzen — und hiergegen sollte man vom hygienischen Standpunkte aus entschieden Einspruch erheben.

So sehr wir uns dagegen verwahren würden, wenn man Spree- oder schlechtes Brunnenwasser in unseren Wein schütten wollte, so wenig sollte man sich sein Getränk mit Eis verunreinigen. Hier ist das reinste Material noch eben gut genug und man sollte deshalb nur das künstlich aus destillirtem Wasser bereitete, bacterienfreie Eis verwenden.

Noch gebotener ist diese Vorsicht wohl überall da, wo Eis zu medi-

cinischen Zwecken innerlich verabreicht wird, so geringfügig die Mengen auch sein mögen, welche wir so in uns aufnehmen.

Endlich mag daran erinnert werden, dass ja auch in der Wundbehandlung Eis keine unbedeutende Rolle spielt. Man kühlt die Compressen, welche dann unmittelbar mit den Wundflächen in Berührung kommen, indem man sie auf Eis legt; man sieht zu, wie das Schmelzwasser aus undichten Eisbeuteln den Verband durchtränkt, und wenn man nun bedenkt, dass sich unter Umständen in jedem Tropfen eine recht beträchtliche Menge von Bacterien befindet, so wird man zugeben, dass das Verhältnisse sind, die recht lebhaft mit der peinlichen Sauberkeit und Vorsicht contrastiren, welche man sonst beim Wundverbande beobachtet.

Das gewöhnliche Roheis, welches bislang fast ausschliesslich zur Verwendung kommt, ist demnach wegen seines hohen Gehaltes an entwicklungsfähigen Bacterienkeimen überall da durchaus zu verwerfen, wo wir es mit der Nahrung — in Getränken, — oder sonst, — auf ärztliche Verordnung — zu uns nehmen. Es ist ferner unbrauchbar für Zwecke der Wundbehandlung. An seiner Stelle sollte man in diesen Fällen nur das aus destillirtem Wasser bereitete Kunsteis verwenden.

Ueberall, wo Eis direct mit unserer Nahrung in Berührung kommt, diese aber späterhin noch durch Kochen u. s. w. verändert wird, ist der Gebrauch des Roheises zulässig, doch der des Kunsteises vorzuziehen.

Da, wo unsere Nahrungsmittel überhaupt mit dem Eise nicht in unmittelbare Berührung treten, kann das Roheis unbedenklich benutzt werden.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber die Emmerich'schen sogenannten Neapler Cholerabacterien.

Von

Stabsarzt Dr. Weisser,
Assistenten am hygienischen Institut.

Im Folgenden übergebe ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen, welche über die Emmerich'schen sogenannten Neapler Cholerabacterien im Verlaufe der letzten sieben Monate im hygienischen Institut der Universität Berlin angestellt wurden, der Veröffentlichung. So gern ich auch gesehen hätte, wenn die folgenden Beobachtungen erst nach dem Erscheinen der von Emmerich im 3. und 4. Hefte des III. Bandes des Archivs für Hygiene angekündigten Fortsetzung seiner Arbeit über die in Rede stehenden Bacterien veröffentlicht worden wären, um eventuell neu von ihm beigebrachte Beweise für die specifischen Eigenschaften seiner Bacterien einer Nachuntersuchung unterziehen zu können, so habe ich doch geglaubt, schon jetzt diese Arbeit veröffentlichen zu sollen, weil die Untersuchungen zu einem gewissen Abschluss gelangt sind. Hauptsächlich bestimmt mich indess die Ueberlegung dazu, dass der unheimliche asiatische Gast, der seit zwei Jahren an den Gestaden des mittelländischen Meeres einen ihm zusagenden Wohnsitz gefunden hat und in der allerletzten Zeit sowohl in Süd- (Brindisi) als auch in Oberitalien (Padua und Venedig), wenn vorläufig auch nur in milder Form, aufgetreten ist, doch auch in unserem deutschen Vaterlande seinen Einzug halten kann.

Durch die Emmerich-Buchner'schen Angaben über die Neapler Cholerabacterien sind nun, zumal dieselben mit so grosser Sicherheit aufgestellt wurden und hinter sich das Ansehen einer Autorität wie von Pettenkofer hatten, in der Meinung der Aerzte über die Bedeutung, welche die Kommabacillen für die Aetiologie der Cholera asiatica besitzen, eine gewisse Unsicherheit eingetreten. Nichts kann aber bei einer etwa

erfolgenden Invasion der Seuche für ihre erfolgreiche Bekämpfung von verderblicherem Einfluss sein, als divergirende Anschauungen über den Grund und die letzte Ursache dieser Krankheit. Solche Divergenz lähmt geradezu das schnelle Handeln, das unmittelbare zielbewusste Eingreifen des Arztes in dem ersten Falle von Cholera, welches einzig und allein von Erfolg gekrönt sein kann. Dazu kommt noch, dass in der Regel das Laienelement bei der Emanirung von Vorschriften für die Bekämpfung von Seuchen eine bedeutende Rolle zu spielen berufen ist; wie können wir erwarten, eine willfährige Geneigtheit zu energischem und einheitlichem Vorgehen zu erlangen, wenn bald diese bald jene politische Zeitung, bald dieses bald jenes Fachblatt die Lehre predigt, dass „es mit den Kommabacillen wieder einmal nichts ist!"

Meine einschlägigen Untersuchungen haben nun einiges Material in dieser Sache beigebracht, welches vielleicht die Streitfrage nach der einen Seite hin zu erledigen und zu beantworten im Stande sein dürfte, und wenn auch für die Mehrzahl der Aerzte eine definitive Erledigung dieser Controverse erst dann möglich sein wird, wenn eine grössere Anzahl von Forschern, welche mit den Koch'chen Culturmethoden durchaus vertraut sind, Gelegenheit gehabt hat, die Angaben der Münchner Forscher über das Vorkommen der fraglichen Bacterien in Choleraorganen einer nochmaligen genauen Nachprüfung zu unterziehen, so habe ich doch aus den oben auseinandergesetzten Gründen der Aufforderung von Hrn. Geheimrath Koch, meine Beobachtungen zu veröffentlichen, nachkommen zu sollen geglaubt.

Bei seinem Aufenthalte in Neapel während der Choleraepidemie im Herbst 1884 impfte Emmerich[1] eine Reihe von Reagensgläschen, welche sterilisirte Gelatine enthielten, mit dem Saft resp. mit Stückchen von Organen aus Choleraleichen. Diese Gläschen wurden nach erfolgter Rückkehr nach München, also etwa 8—14 Tage nach der Einsaat, mittelst des gewöhnlichen Plattenculturverfahrens auf ihre Reinheit untersucht.

Der erste Bericht über die Resultate der Emmerich'schen Untersuchungen in Neapel findet sich in Nr. 50 des Jahrgangs 1884 vom Münchner Aerztlichen Intelligenzblatt, worin v. Petterkofer's Angaben.

[1] Ueber die Cholera in Neapel und die in Choleraleichen und Cholerakranken gefundenen Pilze von Dr. R. Emmerich. *Archiv für Hygiene.* Bd. II. S. 412—422. (Vorläufige Mittheilung aus einem Vortrage im ärztlichen Vereine. München am 3. December 1884).

die er in der Sitzung des ärztlichen Vereins vom 12. November 1884 gemacht, wiedergegeben sind.

Dieselben lauten wörtlich, soweit sie sich auf diese Frage beziehen:

Emmerich sei es gelungen, eine wichtige bacteriologische Entdeckung zu machen, indem er aus den Organen: Milz, Leber, Blut etc. von neun frischen Choleraleichen und aus der Armvene einer cholerakranken Frau Reinculturen kurzer Stäbchen erhalten habe. Freilich habe er stets 10—20 Gelatineproben gemacht und nur in der Hälfte oder in einem Drittel der Proben positive Resultate erzielt.

In der weiteren Mittheilung Seite 420 des II. Bandes des Archivs für Hygiene giebt Emmerich folgende Beschreibung der betreffenden Bacterien:

„Die von mir im Blute und in den Organen von Choleraleichen gefundenen Pilze haben die Form von kurzen cylindrischen Zellen mit abgerundeten Enden, sie sind entweder einzeln oder binär, seltener zu mehreren verbunden. Die Länge des Stäbchens beträgt durchschnittlich das Anderthalbfache des Querdurchmessers. Sie sind auf Grund dieser Eigenschaften unter Zugrundlegung der Cohn'schen Systematik als Bacterien zu bezeichnen. Der Form und Grösse nach haben sie mit den Diphtheriebacterien grosse Aehnlichkeit, von denen sie sich aber durch das Aussehen der Colonieen bei hundertfacher Vergrösserung, durch ihre Wirkung auf Thiere etc. leicht unterscheiden lassen. Sie wachsen auf schwachalkalischer Nährgelatine bei gewöhnlicher Temperatur in Form von milchglasfarbigen, festen Rasen. Sie zeigen ausgesprochenes Oberflächenwachsthum und verflüssigen niemals die Gelatine. Bei hundertfacher Vergrösserung haben die auf der Gelatineplatte gewachsenen Colonieen folgendes Aussehen: Die in der Tiefe der Gelatine gewachsenen Colonieen haben wetzsteinförmige Gestalt, die oberflächlichen gleichen einer flachen kreisrunden Muschelschale; die tiefen Colonieen sind gelbbraun bei durchfallendem Lichte, bei auffallendem weiss und haben ein feingekörntes oder fein punktirtes Aussehen. Die oberflächlichen schwachgelb in der Mitte, mehr weisslich gegen den Rand zu, zeigen Neigung sich flächenhaft auszubreiten und bilden einen dünnen transparenten Belag."

Emmerich giebt sodann noch weiter an, dass es ihm gelungen sei, durch Einführung der neu gefundenen Cholerabacterien in den thierischen Organismus — besonders bei Meerschweinchen — auf jedem Invasionswege und bei jedem Versuche als Haupterscheinung constant und in der auffallendsten Weise eine Erkrankung des Dünndarmes zu erzielen. Nach der Menge der eingeführten Pilze erhalte man alle Arten der bei Cholera beobachteten Schleimhautveränderungen vom einfachen desquamativen

Catarrh, der Exsudation in die Schleimhaut mit Schwellung der Peyer-schen Plaques bis zur blutigen Suffusion und tiefgehender Geschwürsbildung. Bei sehr geringer Menge der subcutan oder in die Lunge injicirten Pilze (etwa zwei Tropfen einer aus einer stecknadelkopfgrossen Pilzcultur und 10 ccm sterilisirtem Wasser bereiteten Pilzaufschwemmung) bilde sich ein protrahirter, fünf bis sechs Tage dauernder Krankheitsverlauf mit sehr tief gehenden Veränderungen der Darmschleimhaut (Geschwürsbildung und Perforation etc.) aus, während die Injection grösserer Pilzmengen (Hälfte einer etwa 5 mm im Durchmesser haltenden oberflächlichen Gelatinecolonie in sterilisirtem Wasser suspendirt) von einem raschen, nur 16 bis 30 Stunden dauernden Krankheitsverlauf und den verschiedenen Graden der wenig weitgehenden Darmschleimhautveränderungen gefolgt ist.

Diese Angaben fanden bald nach ihrer Publication in der Kritik von Flügge[1] lebhaften Widerspruch.

Flügge zeigte, dass Emmerich bei seinen Untersuchungen von einigen offenbar unrichtigen Voraussetzungen ausgegangen, dass ferner seine Beobachtungen und Experimente nicht frei von gewissen methodischen Fehlern, und dass seine Schlüsse nicht hinreichend begründet und daher nicht zulässig seien.

In erster Linie sei die Annahme Emmerichs, dass bei der Cholera die specifischen Pilze im Blut, den Nieren etc. vorhanden sein müssten, ebenso wie bei Tuberculose, Milzbrand, Diphtherie, Typhus etc. in allen Organen, in welchen pathologische Veränderungen vorhanden sind, stets auch die specifischen Pilze gefunden wurden, eine völlig willkürliche.

Sodann sei es unrichtig, wenn Emmerich glaube, dass bisher nur deshalb in den Organen und im Blute von Choleraleichen und Cholerakranken keine Mikroorganismen gefunden seien, weil die Culturversuche mit zu spärlichen Proben angestellt wurden. Denn wenn die acut entstehenden, groben pathologischen Veränderungen der Organe bei protrahirten Cholerafällen, so wie Emmerich es will, durch die Gegenwart der Pilze erklärt werden sollen, wenn das Blut und die inneren Organe eine Entwicklungsstätte für die Cholerapilze darstellen, so zwar, dass durch ihre Vermehrung das Organ in makroskopisch auffälliger Weise alterirt wird. dann müsse man entschieden annehmen, dass in jedem Tröpfchen Organsaft mindestens eine für die Anlage von Culturen ausreichende Menge von entwicklungsfähigen Spaltpilzen enthalten ist, und dass daher eine

[1] Dr. Emmerich's Untersuchungen über die Pilze der Cholera. Eine Kritik von Professor C. Flügge in Göttingen. *Deutsche Medicinische Wochenschrift.* Nr. 2 vom 8. Januar 1885.

Entnahme zahlreicher Proben für die Culturversuche diese nicht im mindesten aussichtsvoller macht.

Drittens wendet sich Flügge gegen die von Emmerich zur Gewinnung der Neapler Bacterien gebrauchte Methode; es sei ein Hauptfehler, dass er bei seinen diesbezüglichen Untersuchungen die bewährten Isolirmethoden zur Trennung der pathogenen und etwaigen verunreinigenden Keime nicht angewendet habe.

Ferner seien die Resultate, welche Emmerich bei seinen Infectionsversuchen mit seinen Bacterien an Thieren erlangt hat, keineswegs ohne weiteres als beweisend dafür anzusehen, dass die damit erzeugte Krankheit „Cholera asiatica" gewesen sei.

Aehnliche Erkrankungen des Darms mit allen den von Emmerich beschriebenen Veränderungen fänden sich auch nach der Injection von Spaltpilzen, die gar keine Beziehung zur menschlichen Cholera haben.

Auf diese sachlich begründeten Einwände antwortete für Emmerich Buchner,[1] ohne indess neues Material beizubringen.

Seine Ausführungen sind nicht im Stande, die Flügge'sche Kritik in einem wesentlichen Punkte zu erschüttern.

Fast gleichzeitig mit Flügge veröffentlichte van Ermengem[2] eine kritische Besprechung der Emmerich'schen Angaben über die Neapler Bacterien.

Ermengem kommt zu ganz denselben Schlüssen wie Flügge, so dass ich hier von einer eingehenden Wiedergabe der ausführlichen Besprechung Abstand nehmen kann.

Den positiven von Emmerich in der Neapler Epidemie erhaltenen Resultaten stehen die negativen von Ceci gegenüber, der in ganz derselben Weise wie Emmerich bei der Choleraepidemie in Genua Organsaft und kleine Stückchen von den inneren Organen der an Cholera Verstorbenen in Reagensröhrchen mit gewöhnlicher Nährgelatine impfte.

In der II. Choleraconferenz im Gesundheitsamte sagt Koch[3] über diese Untersuchungen Folgendes: „Ceci hat nur ganz frisch obducirte Leichen verwandt und mit grösster Sorgfalt gearbeitet. Er hat z. B. wenn er aus der Leber etwas entnahm, einen senkrechten Schnitt durch das Organ gemacht und auf diesen Schnitt mit einem von neuem ge-

---

[1] Bemerkungen zu C. Flügge's Kritik der Emmerich'schen Choleraunter-suchungen von Dr. Hans Buchner. *Berliner Klinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 5 und 6.

[2] *Recherches sur le microbe du choléra asiatique.* Dr. van Ermengem. p. 150 bis 165.

[3] Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage (2. Jahr). *Deutsche Medicinische Wochenschrift.* Nr. 37a. S. 3.

glühten Messer noch einmal einen senkrechten Schnitt geführt, dann erst von der zweiten Schnittfläche etwas entnommen und in die Nährgelatine gebracht. Es sind in dieser Weise, wie er mir versicherte, weit über 100 Versuche gemacht. Bei seiner Anwesenheit hier konnte er mir noch gegen 50 solcher Reagensgläschen zeigen, welche zum Schutze gegen Verdunstung nachträglich mit einem Paraffinverschluss versehen waren. Auch nicht in einem einzigen Gläschen war von dem Blut oder von den Organstückchen eine Bacterienvegetation ausgegangen. Dieses Resultat steht also in directem Widerspruch mit dem von Emmerich erhaltenen."

Das, was von Pettenkofer auf der zweiten Choleraconferenz über die Emmerich'schen Bacillen mittheilte, enthält nichts wesentlich Neues. Auffallend war nur die Angabe, dass es nicht gelungen sei, aus Organen, deren frischer Saft auf Deckglaspräparaten die Bacterien zeigte, und aus welchen dieselben in Reinculturen zu züchten waren, in gehärtetem Zustande und in Schnittpräparaten die Mikroorganismen nachzuweisen. Das widersprach den bereits früher im ärztlichen Verein zu München mitgetheilten Befunden.

Eine Erklärung für dieses merkwürdige Verhalten hat von Sehlen in den Nummern 50 und 52 des Münchner Aerztlichen Intelligenzblattes vom vorigen Jahre veröffentlicht; es wird weiter unten bei dem Bericht über meine in dieser Beziehung angestellten Versuche noch ausführlicher davon die Rede sein müssen.

Nach diesen Publicationen sind weitere Beiträge über die Neapler Bacterien nicht erschienen, bis das 3. und 4. Heft des III. Bandes des Archivs für Hygiene zwei ausführliche Arbeiten von Emmerich und Buchner in München brachte.

Es ist nothwendig, dass ich auf diese Arbeiten näher eingehe, da meine eigenen Untersuchungen hauptsächlich in einer genauen Controle der in diesen angegebenen Resultate und Beobachtungen bestehen.

Emmerich's Arbeit wendet sich nach kurzer Rechtfertigung der von ihm bei Gewinnung der Neapler Bacterien angewendeten Methode zur nochmaligen genauen Beschreibung der Untersuchung des Falles von Cholera, von welchem er in Neapel noch intra vitam das Venenblut entnommen und in die Gelatineröhrchen geimpft hatte. Warum er übrigens gerade auf diesen Fall noch einmal ausführlicher zurückkommt, ist nicht klar, da ja auch hier der principielle Fehler, die Unterlassung der Plattencultur begangen worden ist, und die Verunreinigung durch fremde Spaltpilze fast ebenso leicht möglich war, als bei den Sectionen der Choleraleichen.

Im weiteren Verlauf seiner Arbeit macht Emmerich dem Leiter der deutschen Choleraexpedition den Vorwurf, dass er es unterlassen habe,

neben den acuten Cholerafällen auch die protrahirt verlaufenden und Choleratyphoidfälle auf ihren Bacteriengehalt zu untersuchen. Nun liegt ja für jeden mit den Principien der bacteriologischen Forschungen vertrauten Beobachter der Grund dafür ganz klar auf der Hand; es ist von vornherein zu erwarten, und die bisherigen Erfahrungen haben das zur Evidenz bewiesen, dass die acutesten Fälle einer Infectionskrankheit für die Untersuchung auf ihre eventuelle bacteriologische Ursache die allergeeignetsten sind, und dass die protrahirten Fälle, zumal diejenigen, bei denen wie bei dem Choleratyphoid die spätere Invasion von secundären Bacterien, die mit der eigentlichen Aetiologie der Krankheit nicht das geringste zu thun haben, besser ausgeschlossen werden, weil sie geeignet sind, das Bild zu verwirren und die richtige Erkenntniss zu trüben. Das ist so einfach, dass ich auf diesen Vorwurf Emmerich's nicht weiter eingehen will. Emmerich fährt dann wörtlich wie folgt fort (S. 317 ff.):

„Es ist wahrscheinlich, dass die Colerabacillen im Anfange der Krankheit und bei sehr rasch verlaufenden, foudroyanten Fällen nur in sehr geringer Anzahl im Blute sich vorfinden, oder dass sie an irgend einer Stelle, die wir noch nicht kennen, in grösserer Menge vorhanden sind und von da aus zwar in grosser Zahl ins Blut geführt werden, aber auch wieder im Kampf mit den Zellen rasch zu Grunde gehen."

Mir scheint es nun nicht bloss wahrscheinlich, sondern vielmehr ganz sicher, dass im Anfange der Krankheit die Bacillen nur in geringer Anzahl sich vorfinden werden; das liegt ja in der Natur der Sache. Aber ebenso sicher ist auch, dass bei foudroyanten Fällen die Schnelligkeit des Verlaufs in geradem Verhältniss zu der Zahl der pathogenen Bacterien steht; das lehren die bisherigen Erfahrungen über alle bis jetzt sicher erforschten Infectionskrankheiten.

Emmerich zieht als Beispiel für die Möglichkeit einer solchen Erscheinung die durch Fäulnisspilze verursachten bekannten Symptome an; wie mir scheint, nicht mit Recht, da foudroyanten Cholerafällen wohl nur die Fälle von sogenannter Septicaemia fulminans an die Seite gestellt werden können. Von diesen letzteren wissen wir aber, dass sie keine eigentlichen Infectionskrankheiten sensu strictiori sind, sondern als Intoxicationskrankheiten, bei denen der Tod durch putride Intoxication, durch ein Ptomaïn bedingt ist, aufzufassen sind. Emmerich hat aber bekanntlich in seiner ersten Publication gegen eine solche Auffassung energisch Protest eingelegt und ausdrücklich erklärt, dass „es eine durch Thatsachen kaum zu stützende Hypothese ist, wenn man meint, ein specifischer Pilz könnte in irgend einem Organe, z. B. im Darm ein Gift produciren, durch welches die Veränderungen in anderen Organen hervorgebracht werden."

Nun ist ja ferner bis jetzt kein Beweis dafür beigebracht, dass, ähnlich wie bei den Fällen von Septicämia fulminans, bei denen die Intoxication den Tod nach einigen wenigen Stunden herbeiführt, auch bei der Cholera asiatica jede Incubation fortfällt. Man mag die Incubationszeit bei Cholera asiatica so kurz nehmen als es die epidemiologischen Erfahrungen nur irgend gestatten; in der Zeit, die zwischen Infection und erstem Krankheitssymptom liegt, ist eine reichliche Entwicklung von Bacterien immerhin möglich, und die Einwirkung irgend welcher Ptomaine u. s. w., die ausserhalb des befallenen Organismus gebildet worden waren, auszuschliessen.

Emmerich meint nun, dass, ähnlich wie die leichteren Krankheitserscheinungen bei Einführung von geringen Quantitäten von Fäulnisspilzen in den Blutlauf in Folge des Absterbens der inficirenden Pilze schnell vorübergehen, dasselbe auch bei der Cholera der Fall sein kann. „Die an der Invasionspforte oder sonst irgendwo (möglicherweise in der Peritonäalhöhle) in grösserer Anzahl vorhandenen Pilze können von da aus ins Blut dringen und, obgleich sie dort rasch zu Grunde gehen und nur sehr spärlich gefunden werden, die schwersten Choleraymptôme verursachen.“

Man sucht nun für diese neue Theorie in den weiteren Ausführungen vergebens nach irgend einer klinischen oder pathologisch anatomischen Beobachtung, welche diese überraschende Auffassung stützen könnte und ebenso ist das der Fall für folgende weitere neue Hypothese.

„Es ist ferner recht gut möglich, dass im Beginne der Krankheit und auch bei Fällen, die im Verlauf weniger Stunden tödtlich endeten, im Blute äusserst wenig Pilze zu finden sind.

Je länger die Krankheit dauert, um so mehr Pilze wird man im Blute und in den Organgeweben finden, weil die Zellen durch die immer wieder eindringenden Spaltpilze und deren Zersetzungsproducte geschwächt und die Existenzbedingungen der Pilze im Blute u. s. w. damit günstiger werden, so dass nun nicht mehr alle Pilze zu Grunde gehen.

Schliesslich kann ein Zeitpunkt kommen, in welchem die Reaction von Seiten der geschwächten Körperzellen so gering ist, dass die Pilze im Gewebe fortleben, sich vielleicht sogar innerhalb des Gewebes vermehren.“

Zur Begründung dieser Hypothese ist, wie gesagt, keinerlei Beweismaterial beigebracht; es sind lediglich theoretische Erwägungen.

Der Eindruck, welchen man von diesem nur auf „theoretischen Erwägungen“ basirten künstlichen Gebäude von Hypothesen erhält, ist der, dass dieselben unter allen Umständen die von allen Forschern constatirte Thatsache der Abwesenheit von Bacterien im Choleralblute hinfällig machen

sollen; dieselben discreditiren von vornherein jede spätere Beobachtung und Angabe, welche in dieser Beziehung von weiteren Untersuchern noch beigebracht werden werden.

An diese Ausführungen Emmerichs möchte ich gleich der bessern Uebersicht und des Zusammenhanges wegen die Mittheilung der Resultate schliessen, welche Emmerich und Buchner bei ihren Untersuchungen während ihres Aufenthaltes in Palermo im October des verflossenen Jahres bezüglich des Spaltpilzgehaltes der inneren Organe von Choleraleichen gewonnen haben.

Bekanntlich fand Emmerich mittelst seiner fehlerhaften Methode in sämmtlichen zehn in Neapel untersuchten acuten Cholerafällen in den inneren Organen die erwähnten Bacillen; in Palermo, wo die früher unterlassenen Isolirungsmethoden Anwendung fanden, zeigte sich, dass die früheren Resultate haltlos waren, insofern als „in den inneren Organen, in Leber, Milz, Niere und ferner im Herzblut in den meisten acuten Cholerafällen keine Spaltpilze nachzuweisen waren. Der gleiche negative Nachweis wurde ferner geführt für die Peritonäal- und Pericardialflüssigkeit und für die klebrige Schmiere, welche in acuten typhischen Fällen die Oberfläche namentlich der Baucheingeweide überzieht.“ Nur in einem Falle wurden aus der Leber die Neapler Bacillen durch das Plattenculturverfahren nachgewiesen.

Die Untersuchungen hatten indess doch auch ein positives Ergebniss: die Neapler Bacterien fanden sich in den Lungen. Auf diese Angaben will ich nicht näher eingehen; von Sehlen hat in seiner Entgegnung auf die Bemerkungen von Buchner und Emmerich[1] eine, wie mir scheint, völlig zutreffende Kritik darüber geliefert, auf welche ich der Kürze wegen verwiesen haben will. So viel steht jedenfalls fest, dass die von Emmerich und Buchner aus diesem Befunde gezogenen Schlüsse zum mindesten als nicht recht begründete zu bezeichnen sind, wenn auch nunmehr die „hypothetische Invasionsstelle, an der die specifischen Pilze selbstverständlich immer in grösserer Zahl vorhanden sein müssen“ scheinbar gefunden und damit auch den „bekannten epidemiologischen Thatsachen“ ihr Recht geworden zu sein scheint, nach welchen als die Eintrittspforte der Cholerakeime die Lunge anzusehen ist. —

Den übrigen Theil der Emmerich'schen Arbeit bilden die ausführlichen Protokolle u. s. w. über die von ihm an verschiedenen Thierspecies angestellten Infectionsversuche, auf welche weiter unten noch des genaueren zurückzukommen ist.

---

[1] Vgl. *Münchener Aerztliches Intelligenzblatt.* 1885. Nr. 52.

Buchner bringt in seiner in demselben Hefte des Archivs S. 361 bis 442 veröffentlichten Arbeit: „Beiträge zur Kenntniss des Neapler Cholerabacillus und einiger demselben nahe stehender Spaltpilze“ die Resultate ausführlicherer Untersuchungen über die biologischen Eigenthümlichkeiten des Emmerich'schen Bacillus nach der chemisch-physiologischen Seite hin, um eine Unterscheidung von anderen ähnlichen Bacillenarten zu ermöglichen. Nothwendig sind diese Untersuchungen geworden durch die von verschiedenen Forschern gegen die specifischen Eigenschaften der in Rede stehenden Bacterien gemachten Einwände, dass diese Bacillenart von Fäulnissbacterien nicht zu unterscheiden sei und vielleicht eine der saprophytischen, überall vorkommenden, relativ harmlosen Spaltpilze darstelle. — Dieser Einwand wird nicht, wie Buchner meint, durch das Ergebniss der Infectionsexperimente von Emmerich widerlegt; denn es steht fest, so sagt Baumgarten,[1] „dass sehr verschiedene bacterielle und nicht bacterielle Schädlichkeiten bei Thieren choleraähnliche Processe ins Leben rufen können. So erwähnt Koch,[2] dass sich die von Emmerich beschriebenen Symptome in sehr charakteristischer Weise durch eine von Brieger aus menschlichen Fäces isolirte pathogene Bacterienart bei Meerschweinchen erzielen lassen. Virchow führt an, dass es ihm bei seinen im Jahre 1847 angestellten zahlreichen Infectionsversuchen mit septischen Substanzen, durch Einspritzung letzterer in das Blut gelungen sei, das Bild der Cholera in scheinbar vollständiger Weise zu reproduciren. Escherich[3] hat die Beobachtung gemacht, dass sich mit den beiden gewöhnlichsten Milchkothbacterien, seinem „Bacterium coli commune“ und seinem „Bacterium lactis aërogenes“ bei Meerschweinchen Krankheitserscheinungen hervorrufen lassen, welche kaum von der Emmerich'schen Meerschweinchencholera zu unterscheiden sein dürften.“

Das Unternehmen von Buchner, durch eine erweiterte Methodik den Emmerich'schen Bacillus von ähnlichen zu differenziren, ist also als ein durchaus nothwendiges zu bezeichnen; um so mehr, als die bis dahin gegebenen, oben citirten Ausführungen Emmerich's für diesen Punkt als nicht zureichend bezeichnet werden müssen.

Buchner hat nun in den Kreis seiner vergleichenden bacteriologischen Forschung ausser dem Neapler Bacillus folgende Bacillen gezogen: 1. den des Abdominaltyphus, 2. den von Fitz studirten und beschriebenen Gäh-

---

[1] Baumgarten, *Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den pathogenen Mikroorganismen.* S. 133 ff.

[2] Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage (II. Jahr). *Deutsche Medicinische Wochenschrift.* Nr. 37a.

[3] Escherich, Die Darmbacterien des Neugeborenen und Säuglings. *Fortschritte der Medicin.* 1885. Nr. 16 u. 17. S. 415.

rungsbacillus, welcher das Glycerin zu Aethylalkohol zerlegt (kurz als Fitz'scher Aethylbacillus bezeichnet); und den von Bienstock beschriebenen Fäcesbacillus, der in den normalen menschlichen Fäces beim Erwachsenen reichlich sich findet und schliesslich acht aus septischen Leichentheilen, Faulflüssigkeiten, Gebrauchswässern und diarrhoischen Excrementen isolirte Bacillen, die ähnlich wie der Neapler Bacillus auf den Gelatineplatten wuchsen. Von diesen acht Bacillenarten kommt ein Bacillus — Darmbacillus *G* —, welcher mehrfach aus diarrhoischen Ausleerungen gezüchtet war, in seinen Wachsthumserscheinungen dem Neapler ausserordentlich nahe; doch liessen sich Versuchsbedingungen finden, welche eine Differenzirung ermöglichten. Die gewöhnlich als Nährboden gebrauchte 10 procentige Fleischwasserpeptongelatine, lässt nach Buchner das eigenthümliche Wachsthum der Bacillen auf Platten, das Anisodiametrische in der Entwickelung der Colonieen nicht zur vollsten Erscheinung kommen; das thut besser eine Gelatine von folgender Zusammensetzung.

100	Wasser
10	Gelatine
0·5	Liebig'sches Fleischextract
0·5	Pepton. purissimum
2·0	Rohrzucker
0·5	Dinatriumphosphat,

schwach alkalisch durch Soda.

Die mit dieser Gelatine angestellten Culturversuche haben die Differenzirung der oben genannten Spaltpilze bis auf den Darmbacillus *G* ermöglichen lassen, wenn auch die Unterschiede nur sehr subtile sind. Beim Darmbacillus *G* war es aber anfänglich überhaupt unmöglich, denselben vom Neapler Bacillus zu unterscheiden und die Differenzirung blieb auch bei fortgesetzter Plattencultur für gewisse Alterszustände der Colonieen schwierig und unsicher.

Ebensowenig sicher gelingt die Differenzirung des Darmbacillus *G* vom Neapler Bacillus durch Kartoffelculturen, beide Spaltpilze wachsen in Form eines bräunlich-gelben, fettig-schleimig aussehenden Ueberzuges; der Darmbacillus etwas stärker als der andere.

Nach einer Abschweifung über die monomorphistische Theorie in der Systematik der Spaltpilze kommt Buchner sodann S. 387 auf die mikroskopischen Wuchsformen des Neapler Cholerabacillus zu sprechen, über welche er berichtet, dass hauptsächlich Ovalformen und Kurzstäbchen, seltener Langstäbchen und Fadenformen vorkommen. Eigenbewegung in höherem Grade ist nicht vorhanden; die Enden der Stäbchen sind abgerundet.

Die Unterscheidung des Darmbacillus *G* von dem Neapler Bacillus soll durch Anwendung des folgendermaassen zusammengesetzten Nährbodens ermöglicht werden:

100 Wasser
10 °/₀ Gelatine
2 °/₀ Glycerin,

keine weiteren Nahrungsstoffe, schwach alkalisch.

Auf dieser Gelatine bildet der Neapler Bacillus bei Zimmertemperatur dünne, perlmutterglänzende, gelappte Ausbreitungen, welche mikroskopisch aus oval geformten Kurzstäbchen bestehen, die an beiden Polen eine dichtere Substanz enthalten als in der Mitte; die Pole färben sich, die Mitte bleibt in Form einer ovalen Lücke farblos, diese Lücke ist keine Spore. Dagegen bildet der Darmbacillus *G* ziemlich dicke, wie erstarrtes Fett aussehende, buchtige Ausbreitungen; die Vermehrung ist also bedeutend stärker als beim Neapler Bacillus; mikroskopisch finden sich meist normale Ovalformen und Stäbchen, die sich in ihrer ganzen Substanz intensiv färben.

„Die Cultur in Glyceringelatine erlaubt somit die sichere Differenzirung des Neapler Bacillus von der im übrigen sehr ähnlichen, durch die bislang erwähnten Züchtungsarten nicht zu unterscheidende Darmbacterie *G*."

Die sodann weiter mitgetheilten Versuche erstrecken sich darauf, in Nährlösungen von verschiedenem Pepton-, Rohrzucker- und Fleischextractgehalt unter variirtem Zusatz von Natronlauge und Schwefelsäure zu denselben, das Auftreten von verschiedenen Wuchsformen der einzelnen Bacillenarten zu beobachten. Die dabei auftretenden Formen des Neapler Bacillus und des Darmbacillus *G* sind von einander nicht wesentlich unterschieden.

Der grössere Theil von **Buchner's** Arbeit wird durch den Bericht über die Versuche zur Differenzirung der beiden obigen Bacillen gebildet, welche nach der chemischen Seite hin unternommen wurden. **Buchner** setzte den Nährlösungen bestimmte Stoffe zu und beobachtete, wie sich verschiedene Spaltpilze gegen die nämlichen Stoffe verhalten, und wo die Gränze ihrer Vermehrungsfähigkeit unter sonst gleichen Bedingungen liegt. Dabei sei es principiell gleichgültig, ob man mit festem Nährboden operirt oder mit Nährlösungen.

Buchner theilt dann weiter mit, dass der Neapler Bacillus in Fleischwasserpeptonlösung bei 37° cultivirt einen starken, theils von Ammoniumbasen, theils von niederen Fettsäuren herrührenden Geruch verbreite; ebenso der Darmbacillus *G*.

Bei Plattencultur tritt dieser Geruch weder beim Neapler noch bei dem Darmbacillus *G* ein.

Es folgen Versuche über das Sauerstoffbedürfniss des Emmerich'schen Bacillus nach der von Exner angegebenen Methode. Das Resultat derselben ist: „dass der Neapler Bacillus die Fähigkeit besitzt, bei Ausschluss von Sauerstoff sich zu vermehren, wenngleich in geringerem Grade als andere stark gährungserregende Spaltpilze."

Der Darmbacillus *G* ist anscheinend auf sein Sauerstoffbedürfniss nicht untersucht worden.

Was die Gährwirksamkeit des Neapler Bacillus anlangt, so hat Buchner der Untersuchung derselben eine grössere Anzahl von Versuchen gewidmet, von der Voraussetzung ausgehend, dass gerade für pathogene Spaltpilze die Frage der „Gährtüchtigkeit" von grosser Bedeutung sei.

Auf diese Untersuchungen komme ich weiter unten noch einmal zurück.

Nach diesen vorstehend ausführlich referirten Arbeiten brachte Escherich neues Material zur Entscheidung der Frage über die Specificität der Neapler Bacterien bei.

Nach seinen Mittheilungen[1] ist es ihm gelungen, aus dem Kothe von Säuglingen eine Bacterienart zu isoliren und weiter zu züchten, die in mehrfacher Beziehung, vor allem bei dem Thierexperiment, die gleichen Eigenschaften besitzt, wie die Emmerich'schen Bacillen. Escherich benennt diese Art nach dem Fundorte Bacterium coli commune; die Thierexperimente, welche er anstellte und die zum grösseren Theile mittelst intravenöser Infection vorgenommen wurden, zeigten ähnliche Befunde, wie sie von Emmerich bei Infection mit den Neapler Bacterien erhalten worden sind.

Wichtig ist die Angabe, dass die gleiche Wirkung auch bei subcutaner Infection und Anwendung grösserer Dosen bei Meerschweinchen erzielt werden konnte, dass es indessen niemals gelang, chronische Formen der Erkrankung zu beobachten, „indem die nicht in den ersten Tagen erliegenden Thiere sich anscheinend wieder vollständig erholten".

Ob indess diese Bacterienart in der That mit den Neapler Bacterien identisch ist, müssen erst weitere Untersuchungen lehren, die von den weiter unten beschriebenen Gesichtspunkten aus zu unternehmen sind; eine pathogene Wirkung auf Thiere neben den wenigen anderen angegebenen Merkmalen genügt nicht, um diese Bacterienart mit den Emmerich'schen Bacillen zu identificiren, wenn auch zugegeben werden muss, dass für diese Annahme sehr Vieles spricht.

Der Einzige, der Gelegenheit gehabt hat, mit Culturen des Emmerich'schen Bacillus selbst zu arbeiten, ist Coppola in Palermo, welchem

---

[1] A. a. O. S. 521.

Emmerich bei seiner Anwesenheit daselbst im Herbste 1885 eine Reincultur der Neapler Bacterien übergab.

Coppola hat die Resultate seiner Untersuchungen mitgetheilt[1] und der Umstand, dass er, wie gesagt, bis jetzt allein in der Lage gewesen ist, mit Reinculturen der Neapler Bacterien zu arbeiten, lässt eine ausführliche Wiedergabe seiner Versuche, soweit sie sich auf diese letztere Bacterienart beziehen, nothwendig erscheinen. Leider hat Coppola versäumt, vergleichend bacteriologische Studien mit diesen Culturen anzustellen und sich nur darauf beschränkt, mittelst Thierexperiments die Bedeutung der Emmerich'schen Bacillen für die Aetiologie und Pathologie der Cholera festzustellen.

Der Infectionsmodus ist ein doppelter gewesen; Coppola brachte sowohl mittelst der von Koch für die Infection von Meerschweinchen mit Kommabacillen angegebenen Methode — also 5% Sodalösung, Einbringung der Infectionsflüssigkeit in den Magen durch Sonde und Injection von Opiumtinctur in das Abdomen — die Emmerich'schen Bacillen in den Magen der Thiere, als auch inficirte er auf subcutanem Wege. Das Resultat war folgendes:

I. Injection in den Magen.

Es werden fünf Thiere inficirt, welche 8—10 ccm der Culturen erhalten; von den Meerschweinchen erliegt eins der Infection.

Während die vier gesund gebliebenen Thiere nach Ueberwindung der Opiumwirkung völliges Wohlbefinden zeigten, trat bei dem fünften gestorbenen, in vorgeschrittener Gravidität befindlichen, 35 Stunden nach der Injection Abort ein, und 12 Stunden danach der Tod, 47 Stunden nach der Infection.

Die angesetzten Culturen wiesen den Emmerich'schen Mikroorganismus in der Placenta und in den Lungen des Fötus in Reincultur nach; aber auch die Därme, das Blut, die Lungen, Leber u. s. w. der Mutter waren sehr reich an denselben Bacterien.

II. Hypodermatische Injection.

Auch hier wurden fünf Thiere inficirt, die sämmtlich der Infection erlagen. Ueber den Operationsmodus und die Menge der injicirten Culturen ist nichts angegeben.

Der Tod trat 12—30 Stunden nach der Infection ein; unter den Symptomen werden angegeben bei einem Thiere anfängliche Steigerung

[1] *Archivio per le scienze mediche.* Vol. IX. N. 23. Sul bacillo Koch e il bacillo Emmerich quali patogeni del Colera. Esperienze comparative.

der Temperatur bis auf 41·4°, allgemeine Unruhe, beschleunigte Athmung, stärkere Herzaction, Urinsecretion, feste Fäces und scheinbar Brechbewegungen, ohne dass es zu wirklichem Erbrechen kam. In anderen Fällen sank die Temperatur (in einem Falle bis auf 25°), die Athemfrequenz wurde langsamer, die Herzaction kaum fühlbar, die Extremitäten wurden paretisch.

Bei der Section waren die Lungen hyperämisch, das Herz schlaff, der Magen normal voll fester Massen; das Duodenum und ein grosser Theil des Dünndarms injicirt und voll fadenziehenden galligen Schleims.

Die Culturen zeigten die Emmerich'schen Bacillen in Reincultur im Blut, in den Lungen, der Leber und dem Duodenum.

Die Schlüsse, welche Coppola aus diesen Versuchen zieht, sind folgende:

„Der Emmerich'sche Bacillus, unter die Haut geimpft, tödtet die Thiere unter den klinischen Symptomen einer Septicämie; erst tritt Temperaturerhöhung, oberflächliche Athmung und allgemeine Unruhe ein; im II. Stadium stellt sich beträchtliche Temperaturerniedrigung, Prostration der Kräfte, cerebrale Depression und schliesslich der Tod ein.

Bei der Section finden sich im Intestinaltractus nur die anatomischen Veränderungen eines acuten Catarrhs des Duodenums und eines Theiles des Dünndarms.

Nach der Koch'schen Methode in den Magen gebracht, bleibt er entweder unschädlich oder tödtet das Thier, indem er in das Blut übergeht und dieselben Veränderungen wie bei der hypodermatischen Injection verursacht.“

So gering nun auch die Zahl der Versuche sein mag, so geben doch die Resultate einen werthvollen Beitrag in dieser Frage; es bleibt nur zu wünschen, dass Coppola auch Untersuchungen darüber anstellt, ob nicht Bacillen aus Wasser, Luft, Fäces u. s. w. zu cultiviren sind, welche in morphologischem und biologischem Verhalten den Emmerich'schen gleichen.

Ueber Untersuchungen des Blutes und der inneren Organe von Choleraleichen auf ihren Gehalt von Mikroorganismen hat in der allerletzten Zeit noch Raptschewski[1] berichtet. Raptschewski hat in neun Fällen unter allen Cautelen das Blut aus dem Herzen, aus der Vena jugularis, das Parenchym der Leber, Nieren und Milz und in drei Fällen den Saft sehr vergrösserter Mesenterialdrüsen zu Culturversuchen auf Fleischpeptongelatine und auf Blutserum benutzt. Von jedem Organ wurde je zwei

[1] Wratsch Nr. 4 und 5 1886, citirt nach dem Referat der *Deutschen Medicinischen Wochenschrift* Nr. 28.

Mal auf beide Medien geimpft, von jedem einzelnen untersuchten Fall 20 bis 22 Mal. Alle diese Impfungen blieben steril, mit Ausnahme einiger zufälliger Verunreinigungen, nur in zwei Fällen erhielt er ein positives Resultat, insofern zwei Mal aus der Leber Reinculturen der Koch'schen Kommabacillen wuchsen.

Angesichts dieser in mehr als einer Hinsicht sich widersprechenden Angaben der Münchner Forscher über die Neapler Bacterien, vor Allem aber bei dem Widerspruch, in welchem die Palermitaner Untersuchungen bezüglich des Nachweises der fraglichen Bacterien in den inneren Organen zu den Neapler Befunden standen, auf welchen die ganzen Emmerich'schen Behauptungen schliesslich doch fussten, konnten gegründete Zweifel an der von Emmerich und Buchner behaupteten Bedeutung der Neapler Bacterien für die Aetiologie der Cholera asiatica nicht unterdrückt werden. In diesem Zweifel musste man bestärkt werden, wenn man sich erinnerte, dass die deutsche Choleracommission bei ihren vielfachen Untersuchungen im Blut und in den inneren Organen von Choleraleichen niemals Mikroben nachzuweisen im Stande gewesen war. Ferner vielen schwer ins Gewicht die negativen Resultate, welche Ceci bei seinen Versuchen erhalten hatte. Nicht ohne Bedeutung sind ferner die Angaben Escherichs, dass das „Bacterium colic ommune“ den Neapler Bacterien äusserst ähnlich sei.

Der Einzige, welcher mit Emmerich's Bacterien bis jetzt zu arbeiten Gelegenheit gehabt hatte, Coppola in Palermo, hat sich auf Grund der oben ausführlich referirten Versuche dahin geäussert, dass der Neapler Bacillus eine Septicämie erzeuge und irgend welche pathologisch-anatomischen und klinischen Symptome, wie sie der echten Cholera zukämen, nicht hervorzurufen im Stande sei.

Hält man nun in objectiver Weise Alles, was gegen die Specificität der Neapler Bacterien theoretisch und thatsächlich zusammengebracht worden ist, zusammen mit den wohl fundirten Untersuchungsergebnissen der deutschen Choleracommission, die auch heute noch, nachdem wohl mehr als ein Dutzend, mit den einschlägigen Untersuchungsmethoden vertrauter Beobachter dieselben an Cholerakranken und Leichen haben nachprüfen können, zu vollem Rechte bestehen; vergegenwärtigt man sich, auf welch' fehlerhafte Weise die Neapler Bacterien überhaupt gezüchtet wurden, so muss man dem Baumgarten'schen Urtheil beipflichten, „dass gegenüber den Neapler Bacterien die Kommabacillen einen ungleich grösseren Anspruch auf die Anerkennung als echte Choleraerreger haben.“

Durch die Vermittelung von Geheimrath von Pettenkofer, welcher auf der zweiten Choleraconferenz Hrn. Geheimrath Koch die Uebersendung einer Cultur der Emmerich'schen Bacillen zugesagt hatte, erhielt dieser

eine Reincultur und übergab sie mir zu dem Zwecke, eine Nachprüfung der Münchner Untersuchungen damit anzustellen. Der nachstehende Theil meiner Arbeit giebt in Kurzem einen Bericht über die dabei erlangten Resultate. —

Die von mir bis zum Erscheinen der ausführlicheren Arbeiten von Emmerich und Buchner[1] ausgeführten Versuche bestanden im Wesentlichen darin, zu constatiren, ob sich nicht in irgend welcher Weise Bacterien finden und züchten liessen, welche in ihrem morphologischen und biologischen Verhalten und auch bezüglich ihrer Pathogenität bei Verimpfung auf Thiere von den Neapler Bacterien nicht zu unterscheiden waren. Es ist ja von vornherein klar, dass, wenn dieser Nachweis gelang, irgend eine Bedeutung für die Choleraätiologie den Neapler Bacterien hinfort nicht mehr zu vindiciren war. Da die Vermuthung nahe lag, dass Emmerich's Bacillus einer der gewöhnlichen Bewohner des menschlichen Darmes sei, wurde eine grosse Reihe von normalen Fäcesproben von verschiedenem Ursprunge mittelst der gewöhnlichen Plattenmethode untersucht.

Jeder, der öfter dergleichen Untersuchungen gemacht hat, wird sich erinnern, auf der letzten Verdünnungsplatte nach einer gewissen Beobachtungszeit Colonieen angetroffen zu haben, welche den Colonieenformen, wie sie Emmerich von seinen Bacillen beschreibt, auf das Haar gleichen. — Man findet dieselben unregelmässig buchtigen, weit auf der Oberfläche der Nährgelatine wachsenden Colonieen, die in der Mitte schwach bräunlich-gelb gefärbt, nach den Rändern zu hell durchscheinend sind und dabei von einem eigenthümlichen Liniennetz durchsetzt werden. Die in der Tiefe der Gelatine liegenden Colonieen, die je nach der Lage nur den sechsten bis dritten Theil der Grösse der auf der Oberfläche liegenden erreichen, haben eine länglich ovale, wetzsteinförmige Gestalt und sind von dunkelbräunlicher Farbe.

Unter dem Mikroskope zeigen die aus diesen verschiedenen Colonieen angefertigten Präparate ein und dieselbe Bacterienart; es sind kleine an den Enden abgerundete Bacillen, zwischen denen hin und wieder längere zu Fäden ausgewachsene Exemplare vorkommen, welche sämmtlich die Anilinstoffe energisch aufnehmen. — Dass diese anscheinend verschiedenen Colonieen auch in der That ein und dieselbe Bacterienart enthalten, lehrt der folgende Versuch. Nimmt man von den oberflächlichen Colonieen eine ganz kleine Menge unter Hülfe des Mikroskops weg und ebenso von den in der Tiefe der Gelatine gelegenen, setzt dann in gewöhnlicher Weise die Verdünnungen an, giesst auf Platten aus und cultivirt, so sieht man

---

[1] Vgl. *Archiv für Hygiene.* Bd. IV. Hft. 3 u. 4.

nach zwei- bis dreimal 24 Stunden auf den verschiedenen Platten ein u
dasselbe Bild; sowohl auf jenen Platten, welche von den oberflächlich
Colonieen herrühren, als auf denjenigen, welche mit Colonieen aus d
Tiefe der Gelatine angefertigt waren, zeigen sich gleichmässig auf d
Oberfläche des Nährbodens die weit auswachsenden Colonieen von der ob
geschilderten Beschaffenheit sowie die in der Tiefe der Gelatine liegend
wetzsteinförmigen braunen. Damit ist der Beweis geliefert, dass die Ei
wicklung der Colonieen nur durch ihre verschiedene Lage in der Gelati
bedingt ist, und dass diese verschieden aussehenden Colonieen diesel
Bacterienart enthalten und so ganz dasselbe Bild liefern, wie es Emmeri
geschildert. Dabei ist indess zu erwähnen, dass diese Bacterienart nicht
allen Fäces gleichmässig reichlich und auch nicht immer angetroffen wur

Ganz gleich wie die Emmerich'schen Bacterien wachsen ferner die Fäcesbacillen im Impfstich in dem Reagensglase.

Man sieht auch hier das exquisite Oberflächenwachsthum und nimm gleichzeitig wahr, dass auch im Impfstich, und zwar bis in die äussers Spitze desselben, Wachsthum und Vermehrung eintritt. Auch hier sieh man kräftiges Tiefenwachsthum, wobei der Stich eine gelbliche Farbe an nimmt, während die auf der Oberfläche des Stiches sich ausbreitend Colonie einen weisslichen Schimmer zeigt. Von Bewegung ist im hoh geschliffenen Objectträger im hängenden Tropfen nichts zu bemerken, gan ebenso wie bei den Neapler Bacterien. Bringt man nun diese Fäces bacterien in eine sterilisirte neutrale Rinderbouillon und überlässt die selben bei gewöhnlicher Zimmertemperatur der Entwicklung, so zeigt sich in den ersten Tagen eine diffuse Trübung des Inhaltes des Reagens gläschens; nach wenigen Tagen indess sieht man, sofern das Gläschen an einer nicht leicht zu erschütternden Stelle aufbewahrt worden ist, das der obere Theil der Nährlösung fast klar geworden ist, während in den unteren die Bacterien in dichten Wolken sich gesenkt haben.

Auch auf den anderen gewöhnlich in Gebrauch gezogenen Nährböden wachsen diese Fäcesbacterien den Emmerich'schen völlig gleich.

Auf 2 Procent Agar-Agar, auf Blutserum sind beide Bacterienarten nicht von einander zu unterscheiden und ebensowenig wenn man gleichzeitig dieselben auf sterilisirte Kartoffeln in der üblichen Weise aufträgt und sich einige Zeit entwickeln lässt. Sowohl der Emmerich'sche Bacillus als der gewöhnliche Fäcesbacillus bildet auf der Oberfläche der Kartoffel einen gelblichbräunlichen schmierigen Ueberzug, in welchem die beiden Bacterien in Reincultur vorhanden sind.

Bei diesen weitgehenden Analogien der beiden Bacterienarten war es nun das Nächstliegende, zu constatiren, ob auch bezüglich der Pathogenität bei Verimpfung auf Thiere weitere Gleichheiten zu Tage treten würden.

Die darauf hin angestellten Infectionsversuche wurden in etwas anderer Weise angestellt als wie es Emmerich gethan hat. Emmerich hat der Mehrzahl nach seinen Versuchsthieren den Infectionsstoff mittelst einer Pravaz'schen Spritze in die Lunge injicirt und als Material dazu eine Aufschwemmung von einer auf Gelatine gewachsenen oberflächlichen Cultur in sterilisirtem Wasser in Anwendung gezogen. Da aber die Injection in die Lunge ein nicht unbedeutender Eingriff ist, und da ja nach Emmerich's Angabe die Neapler Bacterien auch auf subcutanem Wege beigebracht ihre pathogene Wirksamkeit auf das inficirte Thier in der charakteristischen Weise äussern sollen, so habe ich mich ausschliesslich dieses Infectionsmodus bedient. Nachdem ferner experimentell constatirt worden war, dass für beide Bacterienarten, der Neapler und der Fäcesbacillus, die neutralisirte sterile Rinderbouillon ein ganz ausgezeichnetes Nährsubstrat ist, in welchem sie nach kurzer Züchtung bei gewöhnlicher Zimmertemperatur sich in's Ungemessene vermehren, so lag kein Grund vor, den Infectionsstoff erst durch Verreiben einer Gelatinecultur in sterilisirtem Wasser herzustellen, anstatt diese Bouilloncultur dazu zu benutzen.

Mit dieser Flüssigkeit wurden Infectionsversuche in der Weise angestellt, dass eine Pravaz'sche Spritze voll den Meerschweinchen unter die Bauchhaut nach vorausgegangener Enthaarung und Desinficirung der Infectionsstelle injicirt wurde. Dieselben haben nun für beide Bacterienarten dieselben Resultate gegeben. Von Meerschweinchen, welche mit Emmerich's Bacterien in der oben geschilderten Weise inficirt worden waren, ging nur ein gewisser und, wie ich gleich hinzufügen will, geringer Procentsatz innerhalb der zwei nächstfolgenden Tagen zu Grunde; ebenso starben von den mit Fäcesbacterienbouillon in gleicher Weise inficirten Meerschweinchen gleichfalls nicht alle, sondern nur ein geringer Theil. Auf die Befunde bei der Section der Versuchsthiere, auf die Beschreibung des bacteriologischen Befundes in den inneren Organen, wie sie sich bei der Züchtung herausstellten, auf den mikroskopischen Nachweis in den Schnitten wie auf manche andere Einzelheiten will ich an dieser Stelle nicht eingehen, da ich weiter unten noch auf diese Ergebnisse zurückzukommen gezwungen sein werde; ich will nur noch erwähnen, dass die Emmerich'sche Angabe, wie ich sie oben citirt, wonach es von der Menge der eingeführten Pilze abhängt, „ob man nur einfachen desquamativen Catarrh des Dünndarms, oder Exsudation in die Schleimhaut mit Schwellung der Peyer'schen Plaques oder endlich blutige Suffusion und tiefgehende Geschwürsbildung erhält," nach meinen Erfahrungen sich nicht bestätigt hat.

Durch mancherlei anderweitige Arbeit abgehalten, vermochte ich im Sommer 1885 weitere Beobachtungen zur Charakterisirung der Fäces-

bacterien und eventueller Differenzirung derselben von den Neapler Bacillen nicht in Angriff zu nehmen; zudem erwartete ich die verheissene ausführlichere Arbeit von Emmerich über die in Rede stehenden Bacillen, und erst als dieselbe erschienen war, habe ich Zeit und Gelegenheit gefunden, von neuem an die oben bezeichnete Aufgabe heranzutreten.

Bei den von mir nach Buchner's Angaben angestellten Versuchen handelte es sich wesentlich darum, durch dieselben die Differenzirung dieser in normalen Fäces gefundenen Bacterienart von dem Neapler Bacillus, welche durch die bis dahin angewandten Untersuchungsmethoden nicht möglich geworden war, zu Wege zu bringen.

Die Controlversuche, welche angestellt werden mussten bevor diese Aufgabe in Angriff genommen wurde, bestanden darin, dass die verschiedenen Nährlösungen, in derselben Weise hergestellt, wie Buchner angegeben, mit denselben Mikroben inficirt und die alsdann auftretenden Veränderungen genau beobachtet und registrirt wurden.

Bei Anfertigung der Nährlösungen, zu deren Herstellung, wie Buchner angegeben, Fleischextract, Rohrzucker und Pepton in den verschiedensten Mischungen und Procentverhältnissen benutzt wurden, lag die Hauptschwierigkeit darin, sterile Nährlösungen zu erhalten. Anfangs geschah die Sterilisation der Mischungen in dem gewöhnlichen Dampfapparate. Da aber die Anwendung des heissen Dampfes nicht oft genug wiederholt war, so blieb das Auftreten von Verunreinigungen nicht ausgeschlossen. Es wurde alsdann, trotzdem dadurch die Nährlösungen mehrfach in nicht gewünschter, die Beobachtung erschwerender Weise verändert wurden, die Sterilisation dadurch erzielt, dass die Lösungen in einem Autoclaven eine Stunde lang auf 120° C. erhitzt wurden. Auf diese Weise gelang es, die zweifellose Sterilisation zu Stande zu bringen.

Der Zusatz von Lackmustinctur zu einer Nährlösung, um an der veränderten Färbung sogleich die chemische Reaction zu erkennen, hat auf das Wachsthum der bei den Versuchen in Anwendung gekommenen Bacterienarten keinen merklichen hindernden Einfluss ausgeübt; auf Gelatineplatten mit Lackmustinctur wuchsen sowohl die Finkler-Prior'schen gekrümmten, als die Typhus- und Emmerich'schen Bacillen gleichmässig üppig und in der gewöhnlichen Weise. Es ist daher diese von Buchner angegebene Methode als eine Bereicherung unserer Cultivirungs- und Differenzirungsmethodik anzusehen.

Die nachstehenden Tabellen geben ein Bild der angestellten Versuche, die mit derselben Nährlösung des öfteren angestellt wurden. Nur wo die Wiederholung gleichmässige Resultate aufwies, wurden die Experimente als geglückt und beweisend angesehen.

I. Versuchsreihe.

	1. Tag.	3. Tag.	5. Tag.	8. Tag.	10. Tag.
Bacillus von Finkler	trübe, Farbe nicht verändert;	trübe, beginnt sich zu röthen;	trübe, geröthet Zusatz von 5 Tropfen Normalnatronlg.	wieder röthlich; 5 Tropfen Normalnatronlauge;	röthlich;
Bacillus von Typh. abdom.	wenig trübe, Farbe unverändert;	trübe, nicht verändert;	trübe, leicht röthlich; 3 Tr. Normalnatrlg.	Farbe bläulich	wie am 8. Tage;
Bacillus von Emmerich	trübe, Farbe unverändert;	wie am 1. Tage;	nicht geröthet	wie am 5. Tage;	wie am 8. Tage;
Bacillus von Brieger	trübe, beginnt sich zu röthen;	trübe, blassroth;	geröthet, 5 Tr. Normalnatrlg. bis schwach alkalisch;	blassroth, 5 Tr. Normalnatronlauge;	röthlich.

Die Nährlösung besteht aus:[1]

1 Procent Rohrzucker,
0·1 „ Pepton,
0·1 „ Fleischextract;

schwach alkalisch durch Soda, dazu Lackmustinctur, so dass die Lösung eine leicht blaue Färbung erhält. Die Erlenmeyer'schen Kölbchen, in welchen die nachfolgend beschriebenen Versuche angestellt worden sind, wurden stets bei 37° C. im Brütapparat gehalten.

Am achten Tage wurde aus den Gläschen, theils um die stattgehabte mehr oder weniger starke Entwicklung der verschiedenen Bacterien zu constatiren, theils um die Culturen auf ihre Reinheit zu untersuchen, sowohl hohlgeschliffene Objectträger als gewöhnliche Deckglaspräparate angefertigt. Dabei zeigte sich, dass in sämmtlichen Gläschen nur eine spärliche Vermehrung der ausgesäten Bacterienarten stattgefunden hatte; die Culturen waren nicht verunreinigt.

II. Versuchsreihe.

Nährlösung: 5 Proc. Rohrzucker, 0·1 Proc. Pepton, 0·1 Proc. Fleischextract; je 50 ccm, dazu 1 Proc. Normalnatronlauge; schwach alkalisch und Lackmustinctur.

	3. Tag	5. Tag	8. Tag	10. Tag
Bacillus von Finkler	getrübt; Farbe blassroth;	röthlich, 5 Tr. Normalnatrlg. die Farbe wird bläulich;	wieder röthlich;	roth;

[1] Vgl. Buchner, *Archiv für Hygiene.* Bd. III. Hft. 3 u. 4. S. 417.

	3. Tag	5. Tag	8. Tag	10. Tag
Bacillus des Typh. abdom.	leicht getrübt, Farbe unverändert;	wie am 3. Tage;	Farbe unverändert;	immer noch geringe Trübung, Reaction wie früher;
„ Emmerich	trübe, Farbe unverändert;	wie am 3. Tage;	Farbe unverändert;	mässig starke Trübg., Reaction unveränd.
„ Brieger	trübe, roth;	roth; durch Zusatz von 5 Tr. Normalnatronl. wird die Farbe leicht bläulich	wieder saure Reaction;	roth.

III. Versuchsreihe.

Die Nährlösung besteht aus 10 Procent Rohrzucker, 0·1 Procent Pepton. 0·1 Procent Fleischextract, je 50 ccm; dazu 1 Procent Normalnatronlauge und Lackmustinctur; Farbe der Flüssigkeit leicht bläulich. 37° C.

	3. Tag	5. Tag	8. Tag	10. Tag
Bacillus von Finkler	geröthet;	Reaction sauer 5 Tr. Normalnatronl. bläul.	von neuem röthl. Färbung d. Flüssigkeit;	Flüssigkeit roth und getrübt;
„ des Typh. abdom.	nur geringe Trübg,; Farbe d. Flüssigkeit unverändert;	dito wie am 3. Tage;	mässig getrübt Reaction unverändert;	wie am 8. Tage;
„ Emmerich	„	„	„	„
„ Brieger	trübe geröthet;	röthlich;	roth, 8 Tropf. Normalnatrlg. alkalisch getrübt;	wieder geröthet.

IV. Versuchsreihe.

Die Nährlösung ist zusammengesetzt aus 20 Proc. Rohrzucker, 0·1 Proc. Pepton, 0·1 Proc. Fleischextract, 2 Proc. Normalnatronlauge, Lackmustinctur, Flüssigkeit leicht bläulich.[1]

---

[1] Bei den Nährlösungen, zu deren Bereitung mehr als 10 Procent Rohrzucker verwendet worden waren, zeigte sich nach Zusatz der Lackmustinctur die Erscheinung, dass sich am Boden des Gefässes starke bläuliche Wolken, hin und wieder sogar stärkere Niederschläge absetzen, welche die Beurtheilung der stattgehabten Vermehrung der ausgesäten Bacterien nicht unerheblich erschwerten.

	3. Tag	5. Tag	8. Tag
Bacillus von Finkler	getrübt, röthlich;	roth, 5 Tr. Normalnatronlauge, Reaction schwach alkalisch;	wieder von neuem roth;
Bacillus des Typhus abdom.	wenig trübe, Farbe leicht verändert;	röthlich, durch Hinzufügung von 5 Tropfen Normalnatronlauge wird die Flüssigkeit leicht bläulich;	mässig getrübt, Reaction unverändert;
Bacillus von Emmerich	„	„	„
Bacillus von Brieger	röthlich;	roth;	roth.

Bis zu diesem Versuch decken sich die von mir dabei erhaltenen Resultate mit denen Buchner's völlig; nur bezüglich der Reactionsänderung, welche bei der letzten Reihe durch den Emmerich'schen Bacillus und Typhusbacillus in den Nährlösungen hervorgerufen wird, habe ich abweichende Resultate erhalten. Buchner giebt an, dass in der angewandten Nährlösung die durch den Typhusbacillus producirte Säure erheblich grösser sei als die in der Cultur des Emmerich'schen Bacillus enthaltene, so dass zur Neutralisirung der ersteren 12 Tropfen Normalnatronlauge erforderlich waren, während bei dem Neapler Bacillus fünf Tropfen die Alkalescenz wieder herzustellen vermochten. Sodann soll die Reaction die Flüssigkeiten bereits wieder am nächsten Tage eine von einander abweichende gewesen sein; die Cultur des Typhusbacillus reagirte von neuem sauer, die des Emmerich'schen war noch neutral.

Diese Abweichungen sind indess so minimale, dass sie im Bereich der Versuchsfehler liegen.

Die weiteren Versuche von Buchner beziehen sich auf Feststellung der Gährtüchtigkeit des Emmerich'schen Bacillus und der diesem gleichenden.

Er stellte fest, dass in Nährlösungen von folgender Zusammensetzung: 20 Procent Rohrzucker, 1 Procent Pepton, 0·5 Procent Fleischextract, zwei und drei Procent Normalnatronlauge, sowie auch in einer Lösung von zehn Procent Rohrzucker, fünf Procent Pepton, 0·5 Procent Fleischextract ohne Zusatz von Normalnatronlauge Entwicklung von Gasbläschen auftritt. Und zwar war das der Fall sowohl bei den mit dem Neapler, als mit dem Typhus, dem Darmbacillus G (Buchner) und dem septischen Bacillus angesetzten Culturen.

Die relativ stärkste Kohlensäurebildung soll der Neapler Bacillus bewirken; der Darmbacillus G verhält sich ungefähr ebenso wie der Neapler

Bacillus, während der Typhusbacillus keine so lebhafte Entwicklung von Kohlensäure veranlasst.

Meine Versuche haben diese Angaben bestätigt, soweit es sich überhaupt um das Auftreten von Kohlensäurebläschen handelt. Nur schien mir die Art und Weise der Abschätzung, die ja nur nach dem Augenscheine, keiner chemischen Analyse zu Folge vorgenommen wird, nicht frei von dem Vorwurfe, dass dabei leicht ein Irrthum mit unterlaufen könnte, so dass ich, zumal ja auch grössere Differenzen bezüglich der Gährtüchtigkeit nicht zu Tage traten, und die Frage nach eventueller Differenzirung durch Unterlassung dieser Versuche nicht wesentlich alterirt werden konnte, von der Verwerthung für meinen speciellen Zweck Abstand genommen habe.

An diese Frage über eventuelle Gährtüchtigkeit knüpft Buchner eine Hypothese über die Bedeutung dieser Eigenschaft von pathogenen Bacterien für die Infectionskrankheiten; ich muss mir leider versagen. auf eine Discussion über diese Neubelebung der zymotischen Theorien einzugehen, da solche in den Rahmen dieser Arbeit nicht passt.

Die Buchner'schen Methoden scheinen nun in der That für die Differenzirung von ähnlichen Bacterienarten einen gewissen Werth zu besitzen; mir haben dieselben dazu verholfen, eine Bacterienart, welche nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit von dem Neapler Bacillus zu unterscheiden war, mit Leichtigkeit von denselben zu differenziren. Es handelt sich hierbei um den zu obigen Versuchen mit herbei gezogenen Bacillus, der von Brieger aus normalen menschlichen Fäces gezüchtet und bezüglich seiner Erzeugung von Ptomainen eingehend studirt und beschrieben worden ist. Wenn auch das Wachsthum von diesem Bacillus auf der gewöhnlichen zehnprocentigen Nährgelatine durch die üppigere und kräftigere Entwicklung sich etwas von dem Neapler Bacillus unterscheidet, so ist doch das Aussehen der Colonieen bei etwa hundertfacher Vergrösserung, die merkwürdige Zeichnung, welche auch diese Colonieen zeigen, sowie das Bild des gefärbten Präparates und das Wachsthum auf sterilisirten Kartoffeln ganz das gleiche, wie bei dem Emmerich'schen. Die vorstehend mitgetheilten Resultate der Versuche lassen jetzt aber eine Trennung leicht erscheinen; wir sehen, dass diese Bacillenart von Brieger die verschiedenen Nährlösungen in ihrer Reaction gleichmässig verändert, unabhängig von der Concentration der dazu verwandten Nährstoffe und der höheren oder geringeren Alkalescenz der Flüssigkeit: überall röthet sich die bläuliche Farbe schon nach den ersten 24 Stunden des Wachsthums, während die mit dem Neapler Bacillus angesetzten Culturen erst bei einer gewissen Concentration des Nährgehaltes der Lösungen ihre Reaction ändern.

Es lag nun nahe, diese Bereicherung der differenzirenden Methoden auch bei der Bacterienart in Anwendung zu ziehen, von welcher bereits früher die Rede war. Dieselbe war, wie gesagt, aus normalen menschlichen Fäces isolirt und alsdann mehrfach weitergezüchtet worden und bei den mit den gewöhnlichen Nährböden u. s. w. angestellten Versuchen von den Neapler Bacterien nicht zu unterscheiden gewesen. Die Möglichkeit, dass auch hier, wie bei dem Brieger'schen Bacillus, durch die Anwendung der Buchner'schen Methode eine Differenzirung zu erzielen sei, lag ja sehr nahe und forderte zu den diesbezüglichen Experimenten heraus. Es wurden also von neuem die mannigfachen Nährlösungen in der angegebenen Zusammensetzung und von derselben Reaction unter Zusatz von Lackmustinctur bereitet und wie oben mehrere parallel neben einander gehende Versuche unternommen. Um einen Vergleich zu ermöglichen, wurden bei allen Reihen auch Culturen von den Neapler Bacterien angesetzt und beobachtet. Die nachstehenden Tabellen geben ein Bild von dem Resultate dieser Versuche.

I. Versuchsreihe.

1 Procent Rohrzucker, 0·1 Procent Pepton; 0·1 Procent Fleischextract, Sodalösung und Lackmustinctur bis zur leichten bläulichen Färbung der Flüssigkeit.

	3. Tag	5. Tag	8. Tag
Bacillus Emmerich	mässig trübe, Reaction nicht verändert	wie am 3. Tage	trübe, Farbe der Nährflüssigkeit wie am 1. Tage des Versuchs.
Fäcesbacillus	wie oben	keine Veränderung der Farbe	trübe, Farbe und Reaction der Flüssigkeit unverändert.
Typhusbacillus	wenig trübe, Reaction nicht verändert	wie am 3. Tage.	mässig trübe, Reaction nicht verändert.

Als ich sah, dass bei diesem Versuche die Flüssigkeit, in welcher der Fäcesbacillus gezüchtet wurde, durch die Lebensäusserung desselben nicht, wie es bei dem Brieger'schen Fäcesbacillus der Fall gewesen war, ihre Reaction veränderte, trug ich Sorge, aus den verschiedensten Fäces diese Bacterienart zu züchten, um bei den weiteren Reihen Culturen verschiedenen Ursprungs verwerthen zu können. Dazu dienten sowohl normale Fäces, als auch Darminhalt von Sectionsfällen, welche im städtischen Krankenhause zu Moabit vorkamen, und von welchen durch liebenswürdige

Vermittelung des Herrn Assistenzarztes Dr. Neumann, dem ich auch an dieser Stelle zu danken nicht unterlassen kann, mir Darmstücke zur Disposition gestellt wurden. Es wurden zu diesen Untersuchungen ausschliesslich Stücke aus dem Dünndarm verwandt, aus welchen nach gründlicher Abwaschung mit einprocentiger Sublimatlösung Partikelchen des Inhalts in gewöhnlicher Weise mit zehnprocentiger Nährgelatine gemischt und auf Platten ausgegossen wurden. Die Isolirung erfolgte wie üblich und ebenso die Weitercultivirung. Auf diese Weise erhielt ich von 28 Sectionen in elf Fällen eine Bacillenart, welche von den Neapler Bacterien der Form und dem Wachsthum auf Platten nicht zu unterscheiden war, und die deshalb bei den weiteren Versuchen mit benutzt wurde. Gleichzeitig wurde versucht, aus Substraten verschiedenster Herkunft Bacillen zu gewinnen, welche so wie der Neapler Bacillus auf Nährgelatine wachsen. Bei diesen Versuchen habe ich nicht so leicht dergleichen Bacillen finden können; weder aus schlechtem Brunnen- oder Flusswasser, noch aus Boden, noch aus verschiedenen Faulflüssigkeiten waren dergleichen Bacillen zu isoliren. Nur aus der Luft ist es mir in zwei Fällen geglückt, solche Bacillen zu züchten und ein anderes Mal aus einem faulenden Fleischwasser. Von diesen 14 Bacterien verschiedenen Ursprungs sind sechs Repräsentanten mit in die weiter unten folgenden Versuche hereingezogen worden und ebenso zwei aus normalen Fäces stammende; im Ganzen also acht Bacterienculturen der verschiedensten Herkunft. Ueber die Resultate orientiren die nachfolgenden Tabellen; in denselben ist der Ursprung der Bacillenart jedes Mal angegeben und bedeutet z. B. Fäcesbacillus von Phthisis, dass die Bacillen aus Darminhalt eines an Phthisis zu Grunde gegangenen Menschen herstammen.

II. Versuchsreihe.

5 Procent Rohrzucker, 0·1 Procent Pepton, 0·1 Procent Fleischextract, dazu 1 Procent Normalnatronlauge und etwas Lackmustinctur.

	3. Tag	5. Tag	8. Tag
Emmerich's Bacillus	trübe, Reaction nicht veränd.	wie am 3. Tage	mässig starke Trübg., React. nicht veränd.
Bacillus aus normal. m. Fäces	„	„	„
„ „ Fäces von Phthis. . . .	„	„	„
„ „ Fäces von Diphtherie . .	„	„	„
„ „ Fäces von Magen-Carcinom	„	„	„
„ „ Fäces von acut. Miliartuberk.	„	„	„

Ich bemerke, um Missverständnissen vorzubeugen, dass diese Tabellen aus den verschiedenen mit derselben Flüssigkeit angestellten Versuchen zusammengestellt sind, und dass die Versuche, welche nicht übereinstimmende Resultate aufweisen, als nicht fehler- und einwandsfrei überhaupt gänzlich ausser Acht und Berechnung gelassen wurden.

III. Versuchsreihe.

Die Nährlösung besteht aus 10 Procent Rohrzucker, 0·1 Procent Pepton, 0·1 Proc. Fleischextract, 1 Proc. Normalnatronlauge und Lackmustinctur.

	3. Tag	5. Tag	8. Tag
Emmerich's Bacillus	trübe, Farbe und Reaction unverändert	wie am 3. Tage	Reaction unverändert
Bacillus aus normalen Fäces	„	„	„
„ „ Fäces von Phthisis . . .	„	„	„
„ „ Fäces von Diphtherie . .	„	„	„
„ „ Fäces von Magencarcinom	„	„	„
„ „ Fäces v. acut. Miliartubercul.	„	„	„

IV. Versuchsreihe.

Die Nährlösung ist zusammengesetzt aus 20 Proc. Rohrzucker, 0·1 Proc. Pepton, 0·1 Proc. Fleischextract, 2 Proc. Normalnatronlauge und etwas Lackmustinctur.

	3. Tag	5. Tag	8. Tag
Emmerich's Bacillus	mässig trübe, Farbe leicht röthlich	röthlich; durch Zusatz von 5 Tropfen Normal-natronlauge wieder leicht alkalisch	Reaction unverändert
Bacillus aus normalen menschlichen Fäces	„	„	„
„ „ Fäces von Phthisis	„	„	„
„ „ „ „ Diphtherie . . .	„	„	„
„ „ „ „ Magencarcinom .	„	„	„
„ „ „ „ acut. Miliartuberk.	„	„	„

Bei der Wiedergabe des vorstehenden Protokolles habe ich aus weiter oben bereits auseinandergesetzten Gründen von der Beibringung der

Notizen über die bei diesem Versuche auftretende Entwickelung von Gasbläschen Abstand genommen und ebenso auch die Wiederholung der von Buchner zur Feststellung der Gährtüchtigkeit noch weiter gemachten Versuche unterlassen.

Nur die Versuche der VIII. Reihe, in welcher nach Buchner die Säurebildung in der Culturflüssigkeit durch den Neapler Bacillus besonders stark zu Tage treten soll, habe ich wiederholt und lasse das bezügliche Protokoll nachstehend folgen.

V. Versuchsreihe.

Die Nährlösung besteht aus 10 Procent Rohrzucker, 1 Procent Pepton, 0·5 Procent Fleischextract und 2 Procent Normalnatronlauge.

	3. Tag	5. Tag	8. Tag
Emmerich's Bacillus	mässig trübe, leicht saure Reaction	sauer, Zusatz von 12 Tropf. Normalnatronlauge bis zur alkalischen Reaction	nicht sehr stark getrübt; Reaction nur schwach sauer
Bacillus aus normalen menschlichen Fäces	„	„	„
„ „ Fäces von Phthisis	„	„	„
„ „ „ „ Diphtherie . . .	„	„	„
„ „ „ „ Magencarcinom .	„	„	„
„ „ „ „ acut. Miliartuberk.	„	„	„

Die oben ausführlich wiedergegebenen Versuche der Differenzirung sind ausser mit den aus Fäces isolirten Bacillen auch mit den aus faulendem Fleischwasser und den beiden aus der Luft gezüchteten, den Emmerich'schen gleichenden Bacillen angestellt worden. Hierbei musste die eine aus Luft gewonnene Bacillenart als nicht identisch mit den Neapler Bacterien von den weiteren Versuchen ausgeschlossen werden, während die beiden noch übrig bleibenden sich bei sämmtlichen Experimenten in keiner Weise durch Wachsthum, Vermehrung und Aenderung der Reaction der Culturflüssigkeit von dem Emmerich'schen Bacillus unterscheiden liessen. Nach diesen Versuchen lag kein Grund vor, irgend einen Unterschied zwischen den Neapler Bacterien und den aus Fäces, sowie aus Faulflüssigkeit und aus der Luft gezüchteten Bacillen anzunehmen. Es mussten daher noch die anderen Differenzirungsmethoden in Anwendung gezogen werden, um diese Frage zu entscheiden.

Nun lag es auf der Hand, dass ein Hineinziehen sämmtlicher, bis dahin als mit den Neapler Bacterien identisch erkannten Bacillen oder auch nur der Mehrzahl in die anzustellenden Versuche eine Arbeit verursacht haben würde, welche die Zeit eines Arbeiters noch mehr Monate ausgefüllt hätte, als es ohnehin der Fall war. Es war daher nothwendig, eine Auswahl zu treffen und nur wenige Repräsentanten zu den weiteren Versuchen mitzubenutzen. Von den 13 Bacillen wurden daher nur zwei, und zwar ein aus normalen Fäces und der eine aus der Luft gezüchtete Bacillus zu den weiteren Arbeiten verwendet.

Die nächste Frage, welche zu beantworten war, war die nach dem Sauerstoffbedürfniss der Bacillen; es war zu untersuchen, ob der Neapler Bacillus zu den anaëroben Bacterienarten gehört und wie sich die Concurrenten aus Luft und aus Fäces bei Sauerstoffentziehung verhalten würden.

Von vornherein war nach den bei dem Wachsthum auf zehnprocentiger Nährgelatine mit den in Rede stehenden Bacterien gemachten Erfahrungen, bei welchen stets ein starkes Oberflächenwachsthum und ein zweifelloses Zurückbleiben der in der Tiefe der Gelatine liegenden Colonieen zu Tage getreten war, zu schliessen, dass der Neapler Bacillus sowohl wie der Fäcesbacillus und der Luftbacillus, wie ich sie der Kürze wegen nennen will, zu den exquisit aëroben Bacterienarten gehören müssten.

Die anfänglich mittelst des Auflegens von sterilisirten Glimmerplättchen auf Gelatineplatten erhaltenen Resultate liessen eine Entscheidung über diese Frage nicht mit Sicherheit zu.

In den Platten wachsen die unter dem Glimmerplättchen liegenden Colonieen allerdings nicht zu der Grösse heran, wie sie die ausserhalb der Glimmerplatte befindlichen oberflächlichen Colonieen zeigten; es war aber entschieden ein Wachsthum und eine Zunahme der Grösse der Colonieen während einer längeren Beobachtung zu constatiren, so dass mir der Zweifel auftauchte, ob nicht doch von den Seiten der Glimmerplatte durch die Gelatine so viel Sauerstoff bis unter die Mitte der Platte zu dringen im Stande ist, als zu einem Wachsthum der Colonieen eben gerade genügt.

Um den Abschluss sicherer zu machen, wurden, sobald die Glimmerplatte auf die im Erstarren befindliche Gelatine gedeckt worden war, mit sterilisirtem Scalpell rings um die Glimmerplatte die überstehende Gelatine fortgeschritten und sofort mit heissem Paraffin ein vollkommen dichter Verschluss an den Seiten der Glimmerplatte gegossen, so dass durch die Gelatine bis in die Mitte der Platte von aussen neuer atmosphärischer Sauerstoff nicht dringen konnte. Dabei war aber der von Anfang an in der Gelatine befindliche Sauerstoff immer noch im Stande, ein Wachsthum der einzelnen Keime zu Wege zu bringen; in sämmtlichen Platten, sowohl

von dem Emmerich'schen als dem Fäces- und Luftbacillus, kamen Colonieen zur Entwicklung, ohne indess im Fortgange der Beobachtung annähernd die Grösse zu erreichen, welche bei dem vorigen Versuche die Colonieen gezeigt hatten.

Eine weitere Versuchsreihe wurde nach dieser Richtung mittelst Ueberleitung von Kohlensäure angestellt.

Mit einem Kohlensäureentwicklungsapparat war durch einen Gummischlauch eine Reihe von Erlenmeyer'schen Kölbchen verbunden, welche mit luftdicht schliessenden Gummistopfen verschlossen waren. Die Gummistopfen waren doppelt durchbohrt und durch das dem Kohlensäureapparat zugewandte Loch eine rechtwinklig gebogene Glasröhre bis etwa 2^{cm} über den Boden des Erlenmeyer'schen Kölbchens eingebracht, während die im Stopfen noch vorhandene andere Oeffnung eine zweite ebenfalls rechtwinklig gebogene Glasröhre aufnahm, die indess im Gegensatz zu der ersten Röhre nur eben auf der unteren Seite des Gummipfropfens hervorsah. Wurde nun der Kohlensäurestrom entwickelt, so musste er durch die bis fast auf den Boden des Kölbchens reichende Glasröhre seinen Weg durch das Gefäss nehmen, ehe er durch das zweite Glasrohr den Ausgang erreichte. Von diesem Gefäss war die zweite Glasröhre wieder durch ein Gummirohr mit einem ebenso construirten zweiten Erlenmeyer'schen Kölbchen verbunden, an welches dann je nach Bedarf noch ein drittes, viertes u. s. w. Culturgefäss angehängt werden konnte.

Nach vorheriger Sterilisation des mit einem Wattepfropf versehenen Erlenmeyer'schen Kölbchens im gewöhnlichen Sterilisirungskasten wurde alsdann in dasselbe etwa 1 bis 1·5^{cm} hoch zehnprocentige Nährgelatine eingebracht. Sobald dieselbe erstarrt war, wurde die Impfung der Oberfläche der Gelatine mit den fraglichen Bacterien ausgeführt und sofort der schon vorher mit den Glasröhren armirte Gummistopfen, der bis dahin in einprocentiger Sublimatlösung gelegen hatte, in die Oeffnung des Kölbchens festschliessend hineingepresst. Um noch sicherer einen Luftabschluss zu bewerkstelligen, wurde um den oberen Rand des Erlenmeyer'schen Kölbchens eine Schicht Paraffin oder Wachs gebracht, und alsdann die ganze Vorrichtung auf ihre Function geprüft. Das ist leicht in der Weise auszuführen, dass man den letzten Gummischlauch momentan verschliesst; ist die Verbindung der Röhrchen eine luftdichte, so muss alsbald die Entwicklung der Kohlensäure cessiren. Ist letzteres nicht Fall, so sind die undichten Stellen zu finden, wenn man nach dem Kohlensäureapparat zu ein Gummirohr nach dem anderen verschliesst.

Etwa vorhandene luftdurchlassende Stellen wurden durch Paraffinumschmelzung leicht beseitigt. Ueber die mit dem Emmerich'schen, dem Fäces- und dem Luftbacillus geimpfte Gelatine wurde alsdann Kohlen-

säure in continuirlichem, nicht zu starkem Strome geleitet, nachdem dieselbe durch eine mit Wasser gefüllte Vorlage gegangen und so gereinigt worden war. Die Versuche wurden mehrfach variirt und die Zeit, während welcher ununterbrochen die Kohlensäure über die Gelatinefläche wegstrich, verkürzt und verlängert. Die Zeit, während der die Kölbchen im Strome der CO_2 gelassen wurden, schwankte zwischen 3 und 14 Tagen; die Temperatur, bei welcher der Apparat im Gange war, betrug etwa 15 bis 17° C.

Die Resultate dieser Versuchsanordnung waren folgende:

Bei den Emmerich'schen Culturen war, solange die Gläschen im Kohlensäurestrom standen, ein Wachsthum in den Impfstichen und Impfstrichen nicht zu bemerken, ganz gleichgültig, ob die Dauer der Beobachtung 3 oder 14 Tage betrug. Sobald aber die Erlenmeyer'schen Kölbchen aus dem Kohlensäurestrom entzogen wurden und der atmosphärischen Luft durch Wattepfropfen der Zutritt in dieselben gestattet worden war, begannen die Impfstellen bei gewöhnlicher Zimmertemperatur kräftig zu wachsen.

Ganz ebenso verhielten sich sowohl die mit dem Fäces- als mit dem Luftbacillus geimpften Kölbchen; während sie im Kohlensäurestrom standen, trat kein sichtbares Wachsthum auf. Sobald dieselben aus dem Strome entfernt wurden, trat in üppiger Weise das oberflächliche Wachsthum ein.

Dieses Ergebniss war geeignet, zu mehrfachen Bedenken Veranlassung zu geben; es war auffallend, dass die Bacterien sich den in der Gelatine vorhandenen Sauerstoff nicht zu Nutzen machten, vielmehr keinerlei Wachsthum zeigten. Es war daher nicht ausgeschlossen, dass der Kohlensäurestrom einen das Wachsthum hemmenden Einfluss auf diese Bacterien ausübte ohne indess im Stande zu sein, dieselben zu tödten.

Aus diesen Gründen musste von einer weiteren Anwendung der Kohlensäure zu diesen Zwecken Abstand genommen werden.

Mittlerweile waren die Versuche bekannt geworden, welche im hygienischen Institut zu Göttingen über das Sauerstoffbedürfniss der Bacerien unter Leitung von Flügge durch Liborius vorgenommen worden waren. Es hatte sich gezeigt, dass die Durchleitungsversuche von Wasserstoffgas durch die bereits geimpften, eigens zu diesem Zwecke construirten Röhrchen eindeutige und werthvolle Resultate gaben, insofern als der Beweis geliefert war, dass einmal der Wasserstoff eine bemerkenswerthe hindernde Wirkung auf das Wachsthum der Bacterien nicht ausübte und andererseits, dass mittelst dieses, in dem ersten Hefte dieser Zeitschrift[1] näher geschilderten Verfahrens die Einwirkung des Sauerstoffes der

[1] Dr. Paul Liborius, Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bacterien. S. 127 ff.

atmosphärischen Luft sowohl als des in dem Nährsubstrat anfänglich vorhandenen mit voller Sicherheit ausgeschlossen werden konnte. Diese nach den Angaben von Liborius angestellten Versuche haben folgendes Ergebniss geliefert.

In dem ersten der mit gewöhnlicher 10 procentiger Fleischwasserpeptongelatine gefüllten und mit den Emmerich'schen Bacillen inficirten Röhrchen war nach Verlauf von drei Tagen, während der die Culturen bei etwa 17° C. gestanden hatten, eine Entwicklung von sehr reichlichen Colonieen durch das ganze Gläschen in gleichmässiger Grösse eingetreten. Die auf der Oberfläche der Gelatine befindlicheu Colonieen hatten keine stärkere Entwicklung als die in der Tiefe der Gelatine gelegenen; in der ersten Verdünnung, in welcher bei weitem weniger Colonieen sich zeigten, war die Grösse der Colonieen nach derselben Beobachtungszeit kaum bedeutender als in dem Originalgläschen und auch in der zweiten Verdünnung hatten die vereinzelt vorkommenden Colonieen sich nicht wesentlich stärker entwickelt als in den beiden ersten Gläschen. Vor allem muss betont werden, dass auch die auf der Oberfläche der Gelatine des dritten Röhrchens befindlichen Colonieen keine stärkere Entwicklung zeigten, als die in der Tiefe der Gelatine gelegenen; ein sicherer Beweis dafür, dass mittelst dieses Verfahrens jede Spur von freiem Sauerstoff aus der Gelatine sowohl als überhaupt aus dem Röhrchen verdrängt worden war.

Das Bild in diesen drei Röhrchen hat sich auch nach einer Beobachtung von vier Wochen nicht verändert, und ebenso boten die zur Controle des Versuches in eben derselben Weise angesetzten zweiten drei Röhrchen mit Emmerich'schen Bacillen in Nährgelatine keinen anderen Anblick als die des ersten Versuches.

Die Culturen, welche ebenso mit dem Fäcesbacillus und dem Luftbacillus angesetzt worden waren, haben sich weder nach dreitägiger noch nach vierwöchiger Beobachtungszeit von den Emmerich'schen unterschieden. Hier wie dort trat eine ganz spärliche Entwicklung von Colonieen ein, hier wie dort war die Grösse der in verschiedener Höhe in der Gelatine gelegenen Colonieen, und vor allem der oberflächlichen, eine ganz gleichmässige. Ob man berechtigt ist, aus diesen Versuchen den Neapler Bacillus als eine mit der Fähigkeit ausgestattete Bacterienart zu proklamiren, welche bei Ausschluss von Sauerstoff sich zu vermehren im Stande ist, möchte ich dahin gestellt sein lassen. Das Wachsthum in der Gelatine ist ein so minimales, die Grösse der kaum sichtbaren Colonieen eine so geringe, dass ich den Neapler Bacillus zu den anaëroben Spaltpilzen im engeren Sinne nicht rechnen möchte. Als anaërobe Bacterien können doch offenbar nicht solche bezeichnet werden, von welchen constatirt worden ist, dass sie bei Sauerstoffzutritt üppig und kräftig wachsen.

während sie bei mangelndem Sauerstoff nur ein verkümmertes, in keiner Beziehung dem ersten gleichendes Wachsthum zeigen.

Im Uebrigen hat, wie Buchner noch anzunehmen geneigt scheint, die Gährtüchtigkeit von Bacterien mit der Anaërobiose nichts zu thun; die alten Vorstellungen, welche man aus den durch die Sprosspilze verursachten Umsetzungen auch für die Spaltpilze herleitete, bedürfen einer gründlichen Aenderung. Die Arbeit von Liborius hat darin einen bedeutsamen Fingerzeig gegeben und die Wege bezeichnet, auf denen in dieser Frage weiter zu arbeiten ist. —

Die bislang vorgenommenen Versuche, eine sichere Differenzirung der fraglichen Bacillusarten von den Neapler Bacterien zu bewerkstelligen, hatten zu keinem Resultate geführt und wurden daher die sonst noch von Buchner angegebenen Methoden in den Bereich der Untersuchungen gezogen. Nach Buchner's Angaben soll eine Nährlösung, aus zehn Procent Gelatine, zwei Procent Glycerin bestehend und durch Soda schwach alkalisch gemacht, diesen Zweck in hervorragender Weise erfüllen, so dass die Benutzung derselben „die sichere Differenzirung des Neapler Bacillus von der im übrigen sehr ähnlichen, durch die bislang erwähnten Züchtungsarten nicht zu unterscheidenden Darmbacterie *G* erlaubt, insofern nämlich auf diesem Nährboden die Neapler Bacillen dünne perlmutterglänzende gelappte Ausbreitungen zeigen, von welchen gefärbte Präparate hergestellt die oval geformten Kurzstäbchen nur an den Polen die Farbe annehmen, während die Mitte in Form einer ovalen Lücke farblos bleibt. Die weitere Untersuchung liess diese Formen als Involutionsformen des Neapler Bacillus erkennen. Im Gegensatz hierzu bildet die dem Neapler Bacillus so sehr gleichende Darmbacterie *G* auf dem erwähnten Nährboden ziemlich dicke, wie erstarrtes Fett aussehende, buchtige Ausbreitungen; die Vermehrung ist also bedeutend stärker als beim Neapler Bacillus; mikroskopisch finden sich meist normale Ovalformen und Stäbchen, die sich in ihrer ganzen Substanz intensiv färben."

Bei der Bereitung dieses Nährbodens habe ich mir angelegen sein lassen, auf das genauste die Angaben von Buchner zu befolgen. Die Aussaat auf diesem Substrat erfolgte in der gewöhnlichen Weise und wurde zum Vergleich und gleichzeitig zur Controle auch Culturen von Typhusbacillen angesetzt, welche dabei nach Buchner überhaupt keine Vermehrung zeigen sollen.

Diese letztere Angabe kann ich vollkommen bestätigen; auch nach langer Zeit war auf den Typhusplatten keinerlei Vermehrung zu bemerken. Ebensowenig aber auch bei den mit Emmerich'schen Bacillen beschickten Platten. Meine anfängliche Vermuthung, dass bei Anfertigung des Nährbodens irgend ein tückischer Zufall im Spiele gewesen sei, welcher dieses

negative Ergebniss verursacht habe, hat indessen bei einer zweiten und später bei einer dritten Wiederholung der Herstellung des Glyceringelatine und dieses Versuches sich nicht bestätigt. Auf der Glyceringelatine gelang es mir kein einziges Mal, Colonieen zu erhalten, welche so gross geworden wären, dass ich ein mikroskopisches Präparat, auch nicht einmal ein Klatschpräparat, bekommen hätte, an welchen die oben angegebenen Erscheinungen zu constatiren gewesen wären. Die Colonieen vom Neapler Bacillus blieben so klein, dass sie mit 100 facher Vergrösserung eben als ganz feine Pünktchen sichtbar wurden, und von dem sonst so prägnanten und charakteristischen Oberflächenwachsthum war nicht das geringste zu bemerken. Die auf Glyceringelatine angestellten Culturversuche mit dem Fäces- und Luftbacillus blieben gleichfalls erfolglos, da auch hier eine irgend nennenswerthe Entwicklung der Keime zu Colonieen nicht auftrat.

Nach allem diesen muss ich die Glyceringelatine als ein zur Züchtung dieser Spaltpilze völlig ungeeignetes Nährsubstrat ansprechen, das am allerwenigsten für die Zwecke der Differenzirung von dem Emmerich'schen Bacillus ähnlich wachsenden Schizomyceten in Anwendung zu ziehen sein dürfte.

Ausserdem scheint mir, dass Buchner's Vorschlag, zur Differenzirung irgend welche Involutionsformen in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, nicht ein glücklicher ist, und dass gegen einen solchen die gegründetsten Bedenken zu erheben sind. Wenn man weiss, zu welch' monströsen Formen die Mikroben bei ihrer Involution auswachsen oder vielmehr degeneriren, so dass eine Aehnlichkeit mit den normalen Formen gar nicht mehr zu erkennen ist und die Schwierigkeiten der Differenzirung dadurch eher vermehrt als vermindert werden, so muss man zweifellos gegen diese Einführung dieses Untersuchungsmodus in die vergleichende Bacteriologie Einwendungen erheben.

Allerdings sollen ja nach Buchner bei dem Wachsthum des Emmerich'schen Bacillus auf Glyceringelatine nicht so hochgradig degenerirte Formen auftreten; doch zeigt der Umstand, dass die einzelnen Individuen die Anilinfarbstoffe nicht mehr gut aufnehmen, während sonst der Neapler Bacillus sich ausserordentlich kräftig färbt, zur Genüge, dass die Involution in dem Protoplasma bereits sehr weit vorgeschritten ist, so dass aus den oben auseinandergesetzten Gründen von einer Verwerthung dieser Resultate zum Zwecke der Differenzirung Abstand zu nehmen sein dürfte.

Auf Grund dieser Erwägungen lege ich auch darauf, dass meine Versuche, diese Involutionsform des Neapler Bacillus bei der Verwendung von Glyceringelatine zu erhalten, keinen Erfolg gehabt haben, keinerlei Gewicht; nur das möchte ich nochmals hervorheben, dass auch die bis

dahin von dem Emmerich'schen Bacillus nicht unterscheidbaren Bacterien, der Fäces- und Luftbacillus, sich hierbei den Neapler Bacterien gegenüber völlig analog verhielten. Es scheint dadurch erwiesen, dass die Buchner'sche Darmbacterie *G* mit diesen Bacterien nicht identisch ist.

Bei den weiteren Versuchen, durch Zusatz von alkalischen und sauren Flüssigkeiten zu den benutzten Nährböden eine Differenzirung zu erlangen, hat sich die Uebereinstimmung der Bacterienculturen noch sicherer herausgestellt. Da diese Reihen von einiger Bedeutung für unsere Frage sind, gebe ich die Protokolle darüber zum Theil wieder.

Buchner hat bekanntlich[1] bei seinen Experimenten gefunden, dass der Neapler Bacillus gegen hochgradige Alkalescenz des Nährmediums wesentlich empfindlicher ist als der Darmbacillus *G*, so dass z. B. bei einem Gehalt der Nährlösung von drei Procent Normalnatronlauge bei ersterem gar keine Entwicklung, keine Trübung der Nährflüssigkeit auftrat, während die mit dem Darmbacillus *G* geimpfte Nährlösung noch getrübt wurde.

Im Gegensatz dazu entwickelte sich in Lösungen, welchen 0·02 Procent Schwefelsäure zugesetzt worden war, der Neapler Bacillus stark, der Darmbacillus *G* nur schwach, und bei einem Gehalt der Nährflüssigkeit von 0·03 Procent Schwefelsäure trat bei dem Darmbacillus gar keine Entwicklung mehr ein, während der Neapler Bacillus die Nährlösung noch schwach trübte. Es hat sich also mit anderen Worten der Darmbacillus *G* gegen die Einwirkung der Säure nicht so widerstandsfähig erwiesen, wie der Neapler Bacillus.

Dieses Verhalten zeigten die beiden Bacillenarten indess nicht bei höherem Peptongehalt der Nährlösung; sobald der Peptonzusatz drei Procent betrug, zeigten sich die Bacillen gleich widerstandsfähig, angeblich weil durch den hohen Peptongehalt „wesentlich andere Bedingungen eingeführt werden". Worin diese indess bestehen, und wie dieses, den vorher erhaltenen nicht entsprechende Resultat zu erklären ist, davon ist nicht weiter die Rede.

Von den zu der Differenzirung von Buchner gemachten Versuchen ist die Versuchsreihe Nr. IV und die Reihe Nr. VI, aus denen die angeführten Ergebnisse am besten zu ersehen sind, wiederholt worden.

Die Nährlösungen sind in der von Buchner angegebenen Weise hergestellt, und der Zusatz der Alkalien genau nach seiner Vorschrift gemacht worden.

Ueber die zur Controle der oben angegebenen Resultate gemachten Versuche geben die nachstehenden Tabellen nähere Auskunft.

---

[1] A. a. O. S. 427 ff.

I. Versuchsreihe (IV. nach Buchner).

Die Nährlösung besteht aus 1 Procent Pepton, 0·5 Procent Fleischextract, Normalnatronlauge 1 Procent. 37° C.

	2. Tag	4. Tag	6. Tag
Emmerich's Bacillus	leicht getrübt	die Flüssigkeit klar; auf dem Boden leicht wolkiger Satz, der beim Umschütteln die Flüssigkeit trübt	Flüssigkeit klar; beim Schütteln leichte Trübung
Typhusbacillus	etwas stärker getrübt wie bei dem Emerich'schen Bac.	die ganze Flüssigkeit ziemlich gleichmässig getrübt	Flüssigkeit entschieden stärker trübe als oben.

Dieselbe Nährflüssigkeit nur mit 2 Procent Normalnatronlauge. 37° C.

	2. Tag	4. Tag	6. Tag
Emmerich's Bacillus	getrübt, nicht wesentlich verändert gegen den vorigen Versuch	auf dem Boden des Kölbchens leichte Wolke, die die Nährlösung nach dem Umschütteln nur mässig trübt	keine stärkere Entwickelung wie am 4. Tage
Typhusbacillus	Flüssigkeit gleichmässig trübe	Flüssigkeit in toto trübe	wie am 4. Tage.

Dieselbe Nährlösung wie beim 1. Versuch nur mit 3 Procent Natronlauge; 37° C.

	2. Tag	4. Tag	6. Tag
Emmerich's Bacillus	Flüssigkeit klar	keine Veränderung gegen den 2. Tag	klar
Typhusbacillus	Flüssigkeit leicht getrübt	Lösung gleichmässig trübe	Lösung trübe, keine Zunahme gegen den 4. Tag.

Das Ergebniss dieser Versuche stimmt mit den Buchner'schen darauf bezüglichen Angaben völlig überein.

Bei den weiteren Versuchen wurde für den Typhusbacillus der Fäcesbacillus und der Luftbacillus substituirt.

Die Resultate sind aus den folgenden Tabellen ersichtlich.

Nährlösung wie bei I, 1 Procent Normalnatronlauge, 37° C.

	2. Tag	4. Tag	6. Tag
Emmerich's Bacillus	leicht getrübt	die Flüssigkeit klar; auf dem Boden leichte Wolke, der nach dem Umschütteln die Flüssigkeit trübt	nach dem Schütteln mässige Trübung, nicht viel stärker als am 4. Tage
Bacillus aus normalen Fäces	"	"	"
Bacillus aus Luft	"	"	"

Nährlösung wie bei I, 2 Procent Normalnatronlauge, 37° C.

	2. Tag	4. Tag	6. Tag
Emmerich's Bacillus	mässig trübe	Flüssigkeit klar, nach dem Umschütteln leichte Trübung	Trübung nicht viel stärker als am 4. Tage
Bacillus aus normalen Fäces	die beiden Kölbchen sind von den mit Emmerich'schen Neapler Bacterien geimpften Culturen auf keine Weise in Bezug auf stärkere oder geringere Trübung zu unterscheiden.		
Bacillus aus Luft			

Nährlösung wie bei I, 3 Procent Normalnatronlauge, 37° C.

	2. Tag	4. Tag	6. Tag
Emmerich's Bacillus	Die sämmtlichen Kölbchen bleiben während der Beobachtungszeit ohne Trübung; wenn bei den des öfteren wiederholten Versuchen einmal Trübung sich zeigte, was einige Male vorkam, konnte vermittelst der Plattenculturen stets stattgehabte Verunreinigung nachgewiesen werden.		
Bacillus aus normalen Fäces			
Bacillus aus Luft			

Um nicht die Geduld des Lesers zu sehr in Anspruch zu nehmen, will ich von der Beibringung der über die nach Buchner's Angaben ausgeführte II. Versuchsreihe (nach Buchner VI. Versuch) aufgenommenen Protokolle Abstand nehmen und nur angeben, dass bei den controlirenden Versuchen die Buchner'schen Resultate, dass ein Gehalt der Nährlösung von 0·02 Procent Schwefelsäure das Wachsthum des Typhusbacillus, und ein solcher von 0·04 Procent das des Neapler Bacillus aufhebt, auch bei mir sich einstellten.

Die alsdann mit den beiden Bacillenarten vorgenommenen Gegen-

versuche lieferten dasselbe Resultat wie die mit den Emmerich'schen Bacillen ausgeführten; die gleichen Nährlösungen bei gleichem Schwefelsäurezusatz mit den verschiedenen Bacillen geimpft boten ein so gleichmässiges Bild nach ihrer Trübung, von den gleich zu erwähnenden Schwierigkeiten abgesehen, dass eine Erkennung oder Differenzirung derselben danach nicht möglich war.

Bei diesen Versuchen hatten sich indess mehrfache Schwierigkeiten herausgestellt.

Sobald durch den hohen Gehalt der Nährlösung an Alkali oder Säure jede Vermehrung der Bacillen ausgeschlossen wurde, war dieses Factum leicht und sicher zu constatiren; schwerer wurde die Beurtheilung solange noch der Alkali- oder Säurezusatz die Vermehrung der fraglichen Bacterien gestattete und es sich darum handelte, zu constatiren, ob die Trübung in den verschiedenen Nährflüssigkeiten stärker oder schwächer sei. Auch das Auskunftsmittel, dadurch diesem Dilemma zu entfliehen, dass man ein Kreuz auf Papier zog, dasselbe dann hinter die zu beurtheilende Cultur hielt, und so nach dem Durchscheinen des Kreuzes die Grade der Trübung zu bestimmen versuchte, liess im Stich, da bei der Beurtheilung die verschiedenen Collegen, welche ich um ihr Urtheil bat, ohne dass sie wussten, um was es sich handelte, einander widersprechende Urtheile abgaben.

Der Versuch, durch Benutzung der festen Nährböden diesen Uebelstand zu beseitigen, hat gleichfalls nicht zu den gewünschten Resultaten geführt. Setzte ich zu einer in der gewöhnlichen Weise bereiteten Fleischwasserpeptongelatine Alkali oder Säure in bestimmten Procentverhältnissen, impfte, stellte die üblichen Verdünnungen her, goss auf Platten aus und versuchte nun nach mehrtägiger Entwicklung die Beschaffenheit der unterdessen gewachsenen Colonieen zu beurtheilen, inwieweit der zur Verwendung gelangte Alkali- oder Säurezusatz das Wachsthum der Bacterien alterirt hatte, so war das mit Sicherheit nicht möglich. Die Gränze des Alkali- oder Säurezusatzes, bei welcher die Vermehrung der Bacterien aufhörte, lag im übrigen nur um ein Geringes niedriger oder höher als bei den Nährlösungen, wie dieselben zu den beschriebenen Versuchen in Anwendung gezogen worden waren; lediglich bedingt durch die geringere oder höhere Alkalescenz der verwendeten Nährgelatine.

Die letzten Versuche haben zur Evidenz erwiesen, was ich bereits nach den früheren anzunehmen geneigt war, dass die von mir aus normalen menschlichen Fäces gezüchteten Bacillen mit der von Buchner als Darmbacillus G bezeichneten Bacterienart nicht identisch sind, und dass dieselben nach allem, was bislang zur Differenzirung vorgenommen war, von den Neapler Bacterien in keiner Weise zu unterscheiden waren.

War für mich auch die Identität dieser Bacillen mit den Neapler Bacterien danach sicher, so glaubte ich doch, die weiteren Versuche über eventuelle Sporenbildung, über ihre Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturgrade und schliesslich über ihre pathogenetischen Eigenschaften bei der Infection von Thieren der Vollständigkeit wegen nicht unterlassen zu sollen.

Ueber die Beobachtungen bezüglich der Sporenbildung kann ich mich kurz fassen.

So mannigfach auch die Bedingungen variirt wurden, sei es dass die Nährlösungen, dass die Temperatur, bei welchen die Culturen gehalten wurden, oder die Zeit bis zur Untersuchung verändert wurden, niemals kam etwas zur Erscheinung, was einer endogenen Sporenbildung ähnlich gesehen hätte. Das war sowohl bei den Emmerich'schen als den Fäces- und Luftbacillen der Fall.

Da sonach die Bildung einer Dauerform nicht vorkam, war anzunehmen, dass die Resistenz der fraglichen Bacillen gegen hohe Temperaturgrade und gegen Austrocknung auch keine besonders grosse sein würde. Und das ist auch in der That der Fall.

Die bezüglichen Versuche wurden so ausgeführt, dass ein Irrthum über die thatsächlichen Verhältnisse durch Anwendung solcher Nährsubstanzen, welche durch ihre colloide Beschaffenheit Feuchtigkeit längere Zeit zurückhalten, vermieden wurde.

Die Widerstandsfähigkeit der drei Bacillen, des Emmerich'schen, des Fäces- und des Luftbacillus, gegen höhere Temperaturgrade wurde in der Weise festgestellt, dass Erlenmeyer'sche Kölbchen mit etwa 25 ^{ccm} steriler neutraler Bouillon aus Rindfleisch gefüllt, mit den Bacillen in reichlicher Weise inficirt und für mehrere Tage in den Brütapparat bei etwa 37° C. Temperatur gehalten wurden, bis die entstandene Trübung der Flüssigkeit eine kräftige und reichliche Entwicklung gewährleistete. War das reichliche Wachsthum und die Reinheit der Cultur durch eine mikroskopische Untersuchung dargethan, so wurden die Kölbchen in ein Wasserbad von constanter Temperatur gebracht und daselbst bei verschieden hoher Temperatur verschieden lange Zeit gelassen. Sobald die Kölbchen aus dem Bade entfernt worden waren, wurden in der gewöhnlichen Weise Plattenculturen angesetzt, um die Vermehrungsfähigkeit der Bacillen oder ihre Abtödtung zu constatiren.

Die so mehrfach wiederholten Versuche haben nun ergeben, dass die drei in Rede stehenden Bacillen durch einen zehn Minuten langen Aufenthalt im Wasserbade von einer Temperatur von 60° C. gleichmässig ihre Entwicklungsfähigkeit einbüssen; liess man die Kölbchen nur fünf

Minuten in dem Wasser von 60°, so zeigten sich auf den Gelatineplatten noch vereinzelte Colonieen.

Die Widerstandsfähigkeit der Bacillenculturen gegen Austrocknung wurde in folgender Weise geprüft. Das Ausgangsmaterial wurde aus einer Reincultur in einen hängenden Bouillontropfen im hohlen Objectträger geimpft und letzterer sodann zur besseren Entwicklung in den Brütapparat gebracht. Nach zweitägigem Aufenthalt in letzterem liess die mikroskopische Untersuchung reichliche Vermehrung der eingeimpften Bacillen erkennen; es wurde nun eine Reihe von Deckgläschen aus diesem Tröpfchen inficirt, so dass nur eine capillare Schicht sich auf denselben befand. Diese Deckgläschen sind bei Zimmertemperatur, die während der zehntägigen Beobachtungszeit zwischen 10 und 17° C. schwankte, gehalten und dann auf ihre Entwicklungsfähigkeit im hohlen Objectträger geprüft worden.

Auch hierbei hat sich eine grössere Resistenzfähigkeit der Emmerich'schen Bacillen dem Fäces- und Luftbacillus gegenüber nicht constatiren lassen; bei dem, allerdings nur einmal angestellten Versuche blieben bereits die Deckgläschen, welche nach 24 stündiger Austrocknung mit Bouillon armirt wurden, steril und zwar gleichmässig bei allen drei Bacillen.

Danach verhalten sich, soweit die angestellten Versuche diese Frage entscheiden können, die Neapler Bacterien sich keineswegs in irgend einem höheren Grade gegen die Einwirkung von höheren Temperaturgraden und gegen die austrocknende Wirkung der Zimmerluft widerstandsfähiger als ihre Concurrenten, der Fäces- und Luftbacillus; überhaupt ist diese Widerstandsfähigkeit der Thatsache entsprechend, dass Dauerformen der Bacillen nicht existiren, eine sehr geringe.

Den Abschluss meiner auf die Differenzirung der den Neapler Bacterien gleichenden Bacillen gerichteten Versuche bildeten die Infectionsversuche. Es ist bereits im Eingange dieser Arbeit davon die Rede gewesen, dass die sichere tödtliche Wirkung der Neapler Bacterien auf die inficirten Thiere sehr oft ausblieb, ohne dass es mir gelungen wäre, festzustellen, wodurch meine negativen Resultate den positiven Emmerich's gegenüber bedingt seien.

Emmerich ist es nach dem Sinne seiner ersten darauf bezüglichen Mittheilung stets gelungen, den Tod des Versuchsthieres durch die Infection mit den Neapler Bacterien, sei es dass er dieselben in die Lunge, in das Abdomen oder auf subcutanem Wege den Thieren beibrachte, herbeizuführen; ja, die etwas variirte Menge des Impfmaterials war im Stande, bald einen „protrahirten fünf bis sechs Tage dauernden Krankheitsverlauf mit sehr tief gehenden Veränderungen der Darmschleimhaut (Geschwürsbildung und Perforation) bald einen raschen, nur 16 bis 30 Stun-

den dauernden Krankheitsverlauf mit den verschiedenen Graden der wenig weitgehenden Darmschleimhautveränderungen" herbeizuführen. Auch in Emmerich's zweiter ausführlicher Publication findet sich über Misserfolge der Infectionen nichts berichtet; es ist nur kurz gesagt (S. 317), dass bis jetzt 40 Thiere inficirt wurden und da bei diesen Thieren mehrfache anderweitige Untersuchungen (z. B. Bestimmungen über den Alkalitätsgrad des Magensaftes, den Wassergehalt der Muskeln u. s. w.) vorgenommen worden sind, so ist daraus zu entnehmen, dass alle diese überhaupt inficirten Thiere auch der Infection erlegen sind.

Bei dieser Sachlage wird man sich nicht wundern, dass ich über meine Misserfolge bei Infectionen mit den Neapler Bacterien sehr missmuthig war; erst eine kleine Notiz, welche sich in der dritten Entgegnung von v. Sehlen in dem Aerztlichen Intelligenzblatt aus München Jahrgang 1885 und zwar in Nr. 52 S. 798 findet, hat mir zu einer anderen Anschauung verholfen.

v. Sehlen schreibt darin wörtlich Folgendes:

„Ob die angegebenen Unterschiede des Thierexperiments zu einer scharfen Trennung zwischen beiden Bacillenarten, (dem von Escherich in München aus dem Darminhalt von Säuglingen isolirten und dem Neapler Bacillus) ausreichen, scheint mir bei dem schwankenden Charakter und den wechselnden Ergebnissen desselben, wie sie sich weiterhin herausstellten, noch keineswegs so sicher erwiesen, wie es im Interesse der Sache wünschenswerth ist."

Aus diesen Worten ziehe ich, und mit mir wohl jeder unbefangene Leser, den Schluss, dass die Thierinfection von Emmerich mit seinen Bacterien nicht immer den Tod des Versuchsthieres herbeiführte. Man hat es eben nicht in der Hand, bald Choleratyphoid, bald foudroyante Cholera zu erzeugen, da die Mehrzahl der mit Neapler Bacterien inficirten Thiere überhaupt nicht zu Grunde geht.

Die Thierexperimente sind ausschliesslich an Meerschweinchen angestellt und in der Weise ausgeführt worden, dass das Infectionsmaterial subcutan oder intraperitonäal beigebracht wurde. Mir scheint die Injection von Infectionsflüssigkeit direct in das Lungengewebe, ganz abgesehen von der durch die Verletzung bedingten Möglichkeit eines unreinen Versuchs, im Gegensatze zu Emmerich keineswegs dem natürlichen Infectionsmodus durch Einathmung der Choleraorganismen zu entsprechen; die Injection von Impfmaterial in das Lungengewebe ist vielmehr der Einbringung desselben direct in die Blutbahn gleichzustellen, und wollte Emmerich den durch die „bekannten epidemiologischen Thatsachen" angenommenen natürlichen Infectionsmodus nachahmen und zu Stande

bringen, so hätte er die Neapler Bacterien seinen Versuchsthieren durch Inhalation beibringen müssen. Davon ist aber bei der ganzen so ausführlichen Wiedergabe der Thierinfectionsversuche nicht mit einem einzigen Worte die Rede.

Die intraperitonäale Infection hat zudem vor der intrapleuralen oder pulmonalen noch den nicht zu unterschätzenden Vorzug, dass Verletzungen lebenswichtiger Organe nicht vorkommen; bei den vielen intraperitonäalen Opiuminjectionen, welche ich bei Gelegenheit der Infectionsversuche mit dem Kommabacillus im Gesundheitsamte gemacht habe, deren Zahl wohl an 200 gränzt, ist es nur einige wenige Mal (drei- oder viermal) vorgekommen, dass durch Verletzung des Darmes eine Perforationsperitonitis zu Stande kam, welcher das Versuchsthier erlag.

Das Infectionsmaterial wurde in den meisten Fällen so dargestellt, dass sterile neutrale Rinderbouillon mit der betreffenden Bacterienart geimpft und sodann der Entwicklung bei 37° C. im Brütapparat überlassen wurde. In einigen wenigen Fällen wurden auch Culturen von sterilisirten Kartoffeln zu den Infectionsversuchen, und zwar den subcutanen, in Anwendung gezogen, der inconstanten Wirkung und noch anderer Unzulänglichkeiten wegen indessen bald verlassen, und sind diese Versuche bei der weiter unten folgenden Zusammenstellung ausser Berechnung geblieben. Die Infectionsversuche gliedern sich demnach in zwei Reihen, subcutane und intraperitonäale.

Mit den Emmerich'schen Bacterien sind im Ganzen 34 Meerschweinchen inficirt worden, davon 18 intraperitonäal und 16 subcutan. Die zur intraperitonäalen Infection gebrauchte Menge der Flüssigkeit schwankte zwischen 0·5 und 5 ccm. Von den vier Thieren, welche weniger als einen Cubikcentimeter erhielten, starb nur eins; von den sechs Meerschweinchen, welche 1—2 ccm erhielten, starben drei; von fünf Meerschweinchen, welche 2—3 ccm erhielten, erlagen vier; je ein mit 3, 4 und 5 ccm inficirtes Thier starb an der Infection.

Die Todesfälle bei subcutaner Infection traten in folgender Weise auf: Von den 16 Thieren erhielten

5 bis zu 1 ccm;	davon	starb	1
6 „ „ 2 ccm;	„	starben	2
5 „ „ 5 ccm;	„	„	2

Die Resultate sind völlig inconstante; von den Versuchsthieren starben oft die, welche die geringere Quantität Infectionsstoff erhalten hatten, während die mit grösseren Mengen inficirten wohl zum Theil krank wurden, sich indessen wieder erholten.

Der Tod trat in der Regel innerhalb der ersten 24 Stunden ein;

nur ganz vereinzelt zog sich die Krankheit bis zum zweiten oder dritten Tage hin. Todesfälle nach dieser Zeit sind nicht zu verzeichnen gewesen.

Die Symptome, welche die inficirten und erkrankten Thiere zeigten, waren in keiner Weise charakteristische und prägnante.

Einige Male steht in den Protokollen verzeichnet, dass die Meerschweinchen durch sehr heftiges Schreien unmittelbar nach der subcutanen Injection (und zwar grösserer Mengen) lebhaften Schmerz zu erkennen gaben und sich ganz ungeberdig benahmen; in der Regel waren die Thiere nach der Infection sofort wieder in ihrer alten Weise lebhaft, frassen bald nachher und zeigten im Verlaufe der darauf folgenden sechs bis acht Stunden keinerlei Krankheitserscheinungen. Erst nach etwa 14—16 stündigem Intervall begannen die bis dahin munteren Thiere sich in ihren Käfigen in einen dunklen Winkel zu drücken, den sie nur gezwungen verliessen; das Fell begann struppig zu werden, die Fresslust hörte völlig auf.

Ohne noch weitere Symptome darzubieten, vor allem ohne Erbrechen und ohne flüssige oder auch nur breiige Darmentleerungen und ohne Krampfanfälle, erfolgte der Tod, der im Allgemeinen bei den in das Peritonäum inficirten früher eintrat als bei den auf subcutanem Wege geimpften.

Bei den Thieren, welche nach intraperitonäaler Infection zu Grunde gegangen waren, war das auffallendste Symptom die ziemlich reichliche in cavo abdominis vorhandene, leicht gelblich gefärbte, klebrige Flüssigkeit, welche die Oberfläche der grossen Unterleibsdrüsen bedeckte und die Schlingen der Därme mehr oder weniger fest mit einander verlöthete. Die mikroskopische Untersuchung zeigte die Neapler Bacterien in Reincultur und ebenso war auf Gelatineplatten, die mit geringen Mengen dieser oben beschriebenen Flüssigkeit angesetzt worden waren, eine Reincultur der Emmerich'schen Bacterien gewachsen.

Die Dünndarmschlingen haben eine Farbe, die etwa als grau-röthlich zu bezeichnen und in der Regel nicht gleichmässig über das ganze Ileum verbreitet ist. Diese Nuancirung ist nicht so lebhaft rosa-roth wie es bei dem Dünndarm von Meerschweinchen der Fall ist, welche mittelst der Koch'schen oder der von Nicati und Rietsch angegebenen Methode mit den Kommabacillen inficirt worden waren und bei welchen nach Aussage von Hrn. Geheimrath Koch die Farbe des Dünndarms in vollstem Maasse der bei Cholera asiatica beim Menschen beobachteten entsprechen soll. Hr. Geheimrath Koch, dem ich öfter dergleichen Intestina zeigte, äusserte, dass die Farbe keineswegs der des Dünndarms bei menschlicher Cholera asiatica gleiche und noch weniger der Füllungszustand des Darms, die Beschaffenheit des Darminhaltes, der Darmwand und der in derselben liegenden drüsigen Organe.

Niemals nämlich waren die Dünndarmschlingen ähnlich mit Flüssig-

keit gefüllt, wie das ausnahmslos bei den mit Kommabacillen inficirten Meerschweinchen der Fall ist. Es zeigte sich allerdings eine Zunahme des flüssigen Darminhaltes; derselbe betrug indess nur einen geringen Theil der Quantität des im Meerschweinchendarm bei wirklicher Cholera asiatica vorhandenen.

Die Darmwandung, die bei der Cholera der Meerschweinchen wie ödematös durchtränkt aussieht und dadurch den Eindruck hervorbringt, als wäre sie beträchtlich verdickt, hatte hier das normale Aussehen und die normale Dicke.

Die Peyer'schen Plaques waren nur selten und dann auch nur wenig verändert; hin und wieder zeigte sich geringe Schwellung und leichte Röthung desselben, ohne dass auf irgend eine Weise die Inconstanz der Befunde mit der Quantität der injicirten Infectionsflüssigkeit oder dem Modus der Infection in ursächlichen Zusammenhang hätte gebracht werden können. Irgend welche weiter gehenden Veränderungen der Schleimhaut der Därme, geschwürige Zerstörung derselben bis zur Perforation, wie sie Emmerich in drei Fällen beobachtet hat, ist niemals bei den Sectionen constatirt worden. Nur einige Male sind punktförmige Ecchymosen in der Schleimhaut des Darmes, im Netz, unter der Nierenkapsel und auf den Pleurablättern zu verzeichnen gewesen.

Der Magen der gestorbenen Thiere, in seinen Häuten unverändert, enthielt stets dick-breiige Massen, im Gegensatze zu der Anfüllung mit Flüssigkeit bei Infection mit dem Kommabacillus.

Der Dickdarm und das Rectum zeigten in Farbe der Wandung, ferner nach Masse, Consistenz und sonstiger Beschaffenheit des Inhalts gegen die Norm keine Veränderungen; das Rectum war, wie gewöhnlich, mit festen Kothbrocken angefüllt.

An der Leber waren keine makroskopischen Veränderungen sichtbar, stärkere Blutfüllung als in der Norm vielleicht ausgenommen. Die Gallenblase stark mit heller durchsichtiger Flüssigkeit gefüllt.

Die Milz war stets von normaler Grösse, die Beschaffenheit des Gewebes unverändert.

Die Nieren meist blutreicher als gewöhnlich, hin und wieder unter der leichtabziehbaren Kapsel vereinzelte punktförmige Ecchymosen.

Die Harnblase in der Regel mässig gefüllt mit klarer Flüssigkeit.

Die Mesenterialdrüsen waren nur selten erheblich geschwollen; in der Regel nur wenig vergrössert.

An den Lungen war nichts Abnormes zu finden.

Das Herz enthielt meistentheils reichliche schwarze feste Blutgerinsel, besonders rechts.

Der Nachweis der Bacterien wurde mittelst der Gelatineplattencultur

in allen zur Section gekommenen Fällen geführt. Von jedem Thiere wurden aus dem Herzblut, mit Lungenstükchen, aus Leber, Milz, Niere und Mesenterialdrüsen und aus dem Darminhalte des Dünndarms in der üblichen Weise Verdünnungen hergestellt und auf Platten gegossen.

Ueberall wuchsen bald weniger bald mehr zahlreich die Colonieen des Emmerich'schen Bacillus.

Im Harn und in der Galle der Versuchsthiere waren niemals die Neapler Bacterien nachweisbar.

Das Bild bei den Sectionen der in Folge subcutaner Infection eingegangenen Thiere war ein in mancher Beziehung von dem eben beschriebenen abweichendes.

Zunächst zeigten sich von der Injectionsstelle ausgehend ziemlich lebhafte Röthe des subcutanen Gewebes oft bis in die Inguinalgegend herab und bis zur Achselhöhle hinaufreichend. Oefter waren die zugehörigen Leistendrüsen ganz unförmlich geschwollen, während die in der Achselhöhle gelegenen Drüsen nur mässige Vergrösserung zeigten.

Bei Eröffnung des Abdomens fehlte die Flüssigkeitsansammlung, welche bei der intraperitonäalen Infection vorhanden war und ebenso die Auflagerungen und Verlöthungen der Darmschlingen. In der Regel war auch die Färbung des Dünndarmes noch weniger ausgesprochen als bei den Thieren der ersten Reihe und es gab Fälle, in denen das Aussehen des Dünndarmes sich nur in geringem Grade von dem des normalen Dünndarmes unterschied und zwar ebensowohl in Bezug auf die Farbe der Darmhäute, als auf die Masse und die physikalische Beschaffenheit des Darminhaltes.

Hervorzuheben ist, dass auch bei der subcutanen Infection, bei welcher, wie gesagt, der Tod später einzutreten pflegte als bei der intraperitonäalen, in keinem einzigen Falle geschwürige Veränderungen der Darmschleimhaut und Perforation derselben beobachtet worden ist.

Auch bei diesen Sectionen wurde der Nachweis des Vorkommens der Bacterien mittelst des Platteculturverfahrens geliefert und auch hier wie bei der ersten Reihe in den Bereich der Untersuchung das Herzblut, die Lunge, die Leber, die Milz, die Nieren und der Darminhalt des Dünndarmes gezogen. Der Nachweis gelang stets und stellten in der Regel die Platten Reinculturen des Neapler Bacillus dar. —

Es war nun von höchstem Interesse zu sehen, wie die beiden Concurrenten des Neapler Bacillus, der Fäces- und der Luftbacillus, die bis dahin durch ihr biologisches Verhalten sich von ersterem nicht hatten unterscheiden lassen, sich bei der Einwirkung auf den Thierkörper verhalten würden.

Diese Versuche sind in völlig analoger Weise, wie die eben be-

schriebenen mit dem Neapler Bacillus, ausgeführt worden und verweise ich bezüglich des Infectionsmodus und über die Beschaffung des Infectionsmateriales auf die darüber bei den vorigen Versuchen gegebenen Aufschlüsse.

Auch zu diesen Experimenten sind ausschliesslich Meerschweinchen verwendet worden.

Im Ganzen wurden 24 Thiere inficirt und zwar 19 davon mit Culturen des Fäcesbacillus und 5 mit solchen des Luftbacillus.

Von den ersten 19 Meerschweinchen wurden 10 intraperitonäal, 9 subcutan inficirt.

Gestorben sind nach dieser Infection im Ganzen 7 und zwar 4 nach intraperitonäaler Infection, 3 nach subcutaner.

Von den intraperitonäal inficirten erhielten:

3	Meerschweinchen	bis zu	1 ccm;	davon starb eins
3	„	„ „	2 „	„ „ „
4	„	„ „	5 „	„ starben zwei

Von den subcutan inficirten erhielten:

3	Meerschweinchen	bis zu	1 ccm;	davon starb keins
3	„	„ „	2 „	„ „ eins
3	„	„ „	5 „	„ starben zwei.

Von den 5 mit Culturen des Luftbacillus inficirten Meerschweinchen starben 2; und zwar von 3 subcutan inficirten eins, das 2 ccm Impfflüssigkeit erhalten hatte; von den beiden intraperitonäal inficirten erlag eins, das 3 ccm erhalten hatte. Die Obductionsbefunde glichen den obenerwähnten bei der Section der an der Infection mit den Neapler Bacterien zu Grunde gegangenen Thiere erhaltenen vollkommen, sowohl was die Veränderungen des Dünndarmes anbetrifft nach Färbung, Menge und Beschaffenheit des Inhaltes, als auch bezüglich der pathologischen Erscheinungen an den anderen Organen. Hervorheben will ich nur ausdrücklich noch, dass Darmperforationen nicht aufgetreten sind. Ich brauche nicht noch ausführlicher zu beschreiben, dass auch in Betreff der Krankheitssymptome und der Zeitdauer bis zum Eintritte des Todes keine wesentlichen Abweichungen in die Erscheinung traten.

Der Nachweis der betreffenden Bacillen wurde wie bei den Infectionen mit den Neapler Bacterien geführt, und ebenso wie dort das Herzblut, die Lunge, Leber, Milz, Niere und der Dünndarminhalt auf den Bacillengehalt geprüft.

Auch hier zeigten sich die verschiedenen Organe in ebenso reichlicher Weise mit den Bacillen durchsetzt als es bei den Infectionen mit Neapler Bacillen der Fall gewesen war.

Den Abschluss dieser Untersuchungen bildete der Nachweis der Bacterien in den vermittelst absoluten Alcohols gehärteten Organen. Man wird

sich erinnern, dass dem Dr. von Sehlen bei dem versuchten Nachweis dieser Bacterien in den inneren Organen der Versuchsthiere, wie schon oben kurz erwähnt, ein Irrthum mit untergelaufen war, dadurch verursacht, dass die zur Färbung benutzten Farblösungen selbst Bacterien von der Form der Neapler Bacillen enthielten.

Sobald spaltpilzfreie Farblösungen gebraucht wurden, war es von Sehlen nicht möglich gewesen, die Bacterien in den Organen, aus welchem regelmässig die Culturmethode Reinculturen derselben zu Tage gefördert hatte, in Schnitten[1] nachzuweisen.

Die Anfertigung der Schnitte wurde in der im hygienischen Institut üblichen Weise vorgenommen; von den genügend gehärteten Organen wurden kleine Stückchen mittelst Glyceringelatine auf Kork geklebt und mit dem Mikrotome möglichst dünne Schnitte hergestellt. Dieselben kamen alsdann in die gewöhnlichen Farblösungen, Fuchsin, alkalische Methylenblaulösung u. s. w., in welchen sie 5 bis 10 Minuten verblieben. Nach kurzer Abspülung in etwa 1 procentiger Essigsäure, kurzem Aufenthalte in absolutem Alkohol und nach Aufhellung im Cedernholzöl wurden die Schnitte mit $^{1}/_{12}$ Oelimmersion von Leitz Ocular 0 untersucht. Die Untersuchung zeigte schon bei dem ersten auf die oben beschriebene Weise gefärbten Schnitt die fraglichen Bacillen.

Dieselben liegen ausschliesslich in den Gefässen und sind im Allgemeinen nicht besonders zahlreich in den Schnitten vorhanden. In der Regel lassen sich die Bacillen schon in den grösseren Gefässen sofort erkennen und besonders bei etwas dickeren Schnitten sieht man in vorzüglichster Weise zwischen den schwach contourirten gelblichen Scheiben der rothen Blutkörperchen und den roth oder blau gefärbten Kernen der weissen Blutkörperchen die Bacillen in regelloser Anordnung durch das ganze Lumen des Gefässes verbreitet. Oefter finden sich aber auch in den kleinsten Gefässen und in Capillaren durch die Ansammlung von Bacillen Heerde gebildet, von ähnlicher Configuration wie man es bei den Typhusbacillen zu sehen gewohnt ist; in der Mitte des Heerdes so starke Anhäufung der Bacillen, dass die Einzelindividuen nicht mehr deutlich als solche zu erkennen sind, nach dem Rande zu löst sich der Haufen in einzelne Bacterien auf, so dass die ovalen Formen der Bacterien auf das deutlichste erkennbar sind. Hin und wieder scheint unter der Einwirkung solcher Heerde die Gefässwandung geborsten zu sein; dann findet sich in der Umgebung solcher Stellen eine gelbliche Verfärbung des Gewebes.

---

[1] Das Nähere darüber findet der sich für diesen Punkt Interessirende in dem *Münchener Aerztlichen Intelligenzblatte* vom Jahre 1885, Nr. 22, 50 und 52, sowie in den *Verhandlungen der II. Choleraconferenz im Gesundheitsamte* vom vorigen Jahre.

In der Umgebung derartiger Heerde färben sich die Kerne der Zellen nicht mehr so intensiv wie sonst; eine Kernansammlung, eine Proliferation der Zellen ist nicht beobachtet worden und kann diese Erscheinung wohl so gedeutet werden, dass diese Rupturen der Gefässe immer erst gegen den Tod des Thieres aufgetreten zu einer Zeit, in welcher von Seiten des Organgewebes eine Reaction nicht mehr eintrat.

Die relativ meisten Bacillen finden sich in den Nieren, welche ja auch bei der makroskopischen Betrachtung als die am meisten veränderten Organe angesprochen wurden, da dieselben in der Regel blutreicher, succulent, geschwollen waren, und sich oft mit Blutergüssen durchsetzt zeigten. In den Nierenschnitten findet man die Bacillen oft in den Glomerulis liegend. Den zweit höchsten Pilzgehalt zeigt die Leber, sodann die Milz und ferner die Lunge. In den Darmwandungen habe ich die Bacillen nicht nachweisen können; ich muss aber hinzufügen, dass von diesem Organe nur wenige brauchbare Schnitte untersucht worden sind.

Die vorstehende Beschreibung des Verhaltens der Neapler Bacillen in den Organen ist Wort für Wort auf dasjenige der Fäcesbacillen in den Schnitten anwendbar.

Hinzuzufügen ist noch, dass die Emmerich'schen Bacillen und die Fäcesbacillen sich der Gram'schen Methode gegenüber gleichmässig verhalten; beide werden durch die Jodjodkalilösung entfärbt und nehmen die Contrastfärbung an.

Nach dem Ergebnisse dieser Untersuchungen halte ich mich zu dem Ausspruch berechtigt:

dass in menschlichen Fäces, normalen sowohl als abnormalen, in der Luft und in Faulflüssigkeiten Bacterien vorhanden sind, welche nach ihrer morphologischen Beschaffenheit, ihren biologischen Functionen und ihren pathogenen Einwirkungen auf Thiere mit den sogenannten Neapler Cholerabacterien Emmerich's identisch sind. Die Behauptung Emmerich's, „dass diese Pilze zur Cholera asiatica in einer wesentlichen ätiologischen Beziehung stehen", ist damit hinfällig geworden.

[Aus dem hygienischen Institut zu Göttingen.]

Zur Desinfection der Wohnräume mit Sublimatdämpfen.

Von

Dr. med. Kreibohm
in Göttingen.

Zur Prüfung der von König[1] vorgeschlagenen Desinfection inficirter Wohn- und Kranken-Zimmer mittelst Sublimatdämpfen habe ich im Sommer 1885 im hygienischen Institut zu Göttingen einige Versuche angestellt.

Die Anordnung derselben ging darauf hinaus, soviel als möglich die Verhältnisse in einem inficirten Krankenzimmer nachzuahmen. Es wurde mir ein kleines, schmales Zimmer im hygienischen Institut mit einem Rauminhalt von $38^1/_2$ ^cbm^ zur Verfügung gestellt, nnd in diesem legte ich eine grössere Anzahl Versuchsobjecte in verschiedener Höhe auf Tischen, Wandbrettern, Schränken, auf dem Fussboden u. s. w. aus.

Das Sublimat, bez. der nach König's Vorschrift nach Beendigung der Sublimatdesinfection zu verbrennende Schwefel, wurde in einem metallenen Tiegel, welcher in der Mitte des Zimmers aufgestellt war, durch eine Gasflamme (Bunsenbrenner) erhitzt.

Absichtlich wählte ich, um die Experimente den in der chirurgischen und medicinischen Praxis vorkommenden Fällen vergleichbar zu machen, wesentlich Reinculturen menschlicher Infectionserreger zu Versuchsobjecten; z. B. Staphylococcus und Streptococcus pyogenes, Tuberkelbacillen, Tetanuserreger, Bacillen des malignen Oedems u. s. w.: diese Organismen kamen theils in angetrocknetem Zustande an Seidenfäden, theils feucht, bald sporenhaltig, bald sporenfrei zur Anwendung.

---

[1] König, *Centralblatt für Chirurgie.* 1885. Nr. 12. — Kümmel, Contact- und Luftinfection in der Chirurgie. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 22. — Lübbert, Die Desinfection durch Sublimaträucherungen. *Münchener medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 49.

I. Versuch.

Die Objecte waren zum grossen Theile frei auf sterilisirten Objectträgern der Sublimateinwirkung ausgesetzt, andere wurden auf feuchtes Filtrirpapier gelegt, einige in Löcher, welche in die Wand gebohrt waren, hineingeschoben und mit Tapete, bez. Mörtel abgeschlossen; ferner wurde aus den Dielen des Fussbodens ein Stück herausgeschnitten, in die entstandene Oeffnung ein Theil der Versuchsobjecte eingesenkt und die Oeffnung wieder verschlossen. Alle exponirten Culturen wurden unmittelbar vor Anstellung des Versuches durch Züchtung auf Gelatineplatten, bez. durch Thierimpfungen einer Controle unterzogen.

Verdampft wurden 60 grm Sublimat; entsprechend der von König vorgeschlagenen Anordnung waren die Objecte vier Stunden lang den Dämpfen ausgesetzt. Nachdem das Zimmer dann einige Stunden lang gelüftet war, wurden sie noch ungefähr drei Stunden lang den Dämpfen von schwefliger Säure ausgesetzt, die durch Verbrennen von etwa 100 grm Schwefel hergestellt war.

In dem Zimmer hatte sich nach der Desinfection überall ein feiner weisser Niederschlag von Sublimat abgelagert. Derselbe fand sich jedoch nur auf der freien Oberfläche der Gegenstände, fehlte dagegen, sobald die Objecte durch irgend eine Bedeckung oberflächlich geschützt waren. Die Sublimatdämpfe waren offenbar in kurzer Entfernung von der Wärmequelle aus dem flüchtigen wieder in den festen Zustand übergegangen und in Form von Staub aus der Luft herabgefallen, so dass eine allseitige Vertheilung und ein Durchdringen der Objecte, wie wir es bei Gasen beobachten, seitens der Sublimatdämpfe nicht stattgefunden hatte. Die Resultate der bacteriologischen Untersuchung entsprachen dem vollkommen; alle frei gelegenen Objecte waren desinficirt, alle verdeckten (in der Wand, im Fehlboden eingeschlossenen) enthielten unverändert lebensfähige Organismen.

Versuchsobjecte.	Resultate der Impfungen u. Plattenculturen nach der Desinfection.	Resultate der Control-Impfungen und -Platten.
1. Tuberkulöses Sputum, auf einer Glasplatte frei ausgelegt.	Ein geimpftes Meerschweinchen ist nach drei Monaten ganz gesund.	Das mit Controlprobe geimpfte Meerschweinchen stirbt nach drei Monaten an Tuberkulose.

Versuchsobjecte.	Resultate der Impfungen u. Plattenculturen nach der Desinfection.	Resultate der Control-Impfungen und -Platten.
2. Gartenerde mit Tetanusbacterien und Bacillen des malignen Oedems.		
a) In der Wand unter Mörtel und Tapete.	Von zwei geimpften Mäusen stirbt eine an malignem Oedem.	
b) Im Fehlboden: getrocknet	Von zwei geimpften Mäusen stirbt eine an Tetanus.	Von sechs geimpften Mäusen starben vier an Tetanus, eine an malignem Oedem.
nicht getrocknet	Beide Mäuse starben an Tetanus.	
3. Milzbrandbacillen, Cultur im offenen Schälchen.	Keine Colonieen.	Zahlreiche Colonieen.
4. Milzbrandbacillen an Fäden, offen ausgelegt.	„ „	Starkes Wachsthum.
5. Bacillus crassus sputigenus, Cultur auf Objectträgern, offen.	„ „	Zahlreiche Colonieen.
6. Bacillus crassus sputigen., an Fäden, offen.	„ „	„ „
7. Bacillus crassus sputigen., an Fäden; eingelegt in ein ca. $1^{1}/_{2}$ cm tiefes Loch der Wand unter der Tapete.	Zahlreiche Colonieen.	„ „
8. Staphylococcus pyogenes aureus, an Fäden; auf feuchtem Filtrirpapier offen ausgelegt.	Keine Colonieen.	„ „
9. Staphylococcus pyogenes aureus, an Fäden, trocken; offen.	„ „	„ „
10. Staphylococcus pyogenes aureus, an Fäden, in der Wand, unter der Tapete.	Zahlreiche Colonieen.	„ „
11. Staphylococcus pyogenes albus, Cultur auf Objectträgern, offen.	Keine Colonieen.	„ „
12. Staphylococcus pyogenes albus, an Fäden; in den Fehlboden versenkt.	Zahlreiche Colonieen.	Nicht geprüft.
13. Erysipelkokken an Fäden, trocken; offen.	Keine Colonieen.	Zahlreiche Colonieen.
14. Erysipelkokken an Fäden auf feuchtem Filtrirpapier; offen.	Eine Colonie.	„ „
15. Micrococcus septicus, an Fäden, offen.	Keine Colonieen.	„ „
16. Micrococcus tetragenus, an Fäden, offen.	„ „	„ „
17. Bacillus subtilis, Cultur in offenem Schälchen.	„ „	„ „
18. Bacillus subtilis, an Fäden, im Fehlboden versenkt.	Zahlreiche Colonieen.	„ „

II. Versuch.

Da aus dem vorigen Versuch hervorging, dass die bedeckten Objecte nicht desinficirt waren, so wurden nunmehr die Objecte sämmtlich so angeordnet, dass jede dampfförmige Substanz sie leicht durchdringen konnte. dass sie aber gegen das aus der Luft herabfallende feste Sublimat durch Glasplatten, die etwa 1 cm über den Objecten fixirt waren, geschützt wurden. Einzelne Objecte wurden in lockere Zeugstoffe eingewickelt. Ferner wurde die Höhe, in welcher die Objecte aufgestellt waren, genauer berücksichtigt, da sie nicht ohne Einfluss auf das Resultat zu sein schien. Die Verdampfung des Schwefels wurde in diesem Versuche fortgelassen.

Versuchsobjecte.	Resultate der Impfungen u. Plattenculturen nach der Desinfection.	Resultate der Control-Impfungen und -Platten.
1. Tuberkulöses Sputum, in ca. 1 Meter Höhe exponirt; mit Glasplatte bedeckt.	Ein geimpftes Meerschweinchen wird nach drei Monaten getödtet, ausgedehnte Tuberkul.	Ein geimpftes Meerschweinchen stirbt nach $2^1/_2$ Monaten an Tuberkulose.
2. Milzbrandsporen an Fäden; in ein leinenes Taschentuch lose eingeschlagen. 1 Meter.	Zahlreiche Colonieen.	Zahlreiche Colonieen.
3. Bacillus crassus sputigenus, Cultur in Fliesspapier eingesogen; in ein Stück Wollzeug lose eingeschlagen. 1 Meter.	" "	" "
4. Bacillus crassus sputigenus, Fäden, in ein Stück sehr durchlässiges Lüstrezeug eingeschlagen. 1 Meter.	" "	" "
5. Staphylococcus pyogenes aureus, Cultur auf Objectträger; von einem gleich grossen Objectträger in 1 cm Abstand bedeckt. 3 Meter.	Keine Colonieen.	Stichcultur gut entwickelt.
6. Staphylococcus pyogenes aureus, eine getrocknete Cultur. Bedeckung wie oben. 3 Meter.	" "	Zahlreiche Colonieen.
7. Staphylococcus pyogenes albus; Fäden auf feuchtem Filtrirpapier; auf dem Fussboden ausgelegt unter einer Glasplatte.	Zahlreiche Colonieen.	" "
8. Streptococcus pyogenes an Fäden; mit Objectträger bedeckt. 2 Meter.	Keine Colonieen.	" "
9. Erysipelcoccen an Fäden; in ein Stück Wollzeug ($^1/_2$ Quadratmeter) locker eingeschlagen. 1 Meter.	Zahlreiche Colonieen.	" "

Versuchsobjecte.	Resultate der Impfungen u. Plattenculturen nach der Desinfection.	Resultate der Control-Impfungen und -Platten.
10. Micrococcus tetragenus, Fäden auf feuchtem Fliesspapier. Mit Objectträger bedeckt. 3 Meter.	Keine Colonie.	Zahlreiche Colonieen.
11. Bacillus subtilis an Fäden, unter Glasplatte. $^1/_2$ Meter.	Zahlreiche Colonieen.	„ „

Aus diesem Versuch geht mit grösster Bestimmtheit das Resultat hervor, dass das Sublimat, in Dampfform angewandt, nicht im Stande ist, Objecte zu desinficiren, welche gegen das aus der Luft wieder herabfallende feste Sublimat durch irgend eine Bedeckung geschützt sind. In Betten, Kleidern u. s. w. bleiben daher die Infectionserreger bei dieser Behandlung ebenso gut lebensfähig, wie unter den Möbeln, im Fehlboden u. s. w.

Eine Ausnahme machten solche Objecte, welche nur mit Glasplatten bedeckt und zugleich sehr hoch, nahe der Zimmerdecke, exponirt waren (Nr. 5, 6, 8, 10). Der unter der Decke sich hinbewegende und dann erst sich senkende Strom der Sublimatdämpfe vermag solche Objecte offenbar noch mit hoher Temperatur und an der offenen Seite zu treffen, so dass auf ihnen selbst ein Theil des Dampfes condensirt wird. In allen diesen Fällen war dementsprechend nicht nur auf der oberen, sondern auch auf der unteren mit dem Probematerial versehenen Glasplatte ein feiner Niederschlag von Sublimat wahrzunehmen.

III. Versuch.

In diesem Versuch wurde wie im ersten Versuch Sublimat und Schwefel verdampft; ferner wurden die Objecte sämmtlich in ähnlicher Weise wie im zweiten Versuch mehr oder weniger bedeckt gehalten.

Versuchsobjecte.	Resultate der Plattenculturen nach der Desinfection.	Resultate der Controlculturen.
1. Milzbrandsporen, Cultur auf Objectträger unter einer schräg gestellten, an der einen Seite einen breiten Luftspalt bietenden Glasglocke. 1 Meter.	Zahlreiche Colonieen.	Zahlreiche Colonieen.
2. Bacillus crassus sputigenus, an Seidenfäden. Auf dem Fussboden unter einem Tische.	„ „	„ „

Versuchsobjecte.	Resultate der Plattenculturen nach der Desinfection.	Resultate der Controlculturen.
3. Staphylococcus pyogenes aureus, Fäden, in ein Stück Wollzeug eingeschlagen. 3 Meter.	Zahlreiche Colonieen.	Zahlreiche Colonieen.
4. Staphylococcus pyogenes aureus, Cultur im Schälchen unter lose aufsitzender Glasglocke; auf dem Fussboden.	" "	" "
5. Staphylococcus pyogenes aureus, Fäden, unter lose aufsitzender Glasglocke. 2 Meter.	" "	" "
6. Bacillus subtilis, Fäden; in Lüstrezeug eingeschlagen. 1 Meter.	" "	" "

Aus den beschriebenen Versuchen ist somit die Folgerung zu entnehmen, dass eine zuverlässige Desinfection inficirter Wohnräume mit Hülfe von Sublimatdämpfen nach der von König angegebenen Methode nicht zu erreichen ist.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber Milzbrand.

Ein Beitrag zur Lehre von der örtlichen und zeitlichen Disposition.

Von

Dr. med. Georg Frank,

Assistenten am hygienischen Institut zu Berlin.

Die Untersuchungen und Beobachtungen, die Pettenkofer[1] im Verlaufe der Choleraepidemie des Jahres 1854 in Bayern zu sammeln Gelegenheit hatte, führten ihn dazu, im menschlichen Verkehre nur den Verbreiter des Cholerakeimes anzusehen, der, um eine grössere epidemische Ausbreitung erlangen zu können, noch besonderer Umstände und Verhältnisse bedürfe. Er beobachtete nämlich, dass die Cholera, einmal in ein Land eingeschleppt, in ihrer Wanderung von Ort zu Ort sich nicht den bestehenden Verkehrsstrassen und sonstigen Verkehrsverhältnissen enge anschliesse und denselben folgend weiterverbreitet würde, sondern dass sie ein ganz eigenartiges Verhalten zeige: an einigen Orten verbreite sich die Cholera, obgleich sie mehrfach und während verschiedener Epidemien des Landes in dieselben eingeschleppt worden, überhaupt niemals über grössere Kreise, sondern bleibe stets auf einige eingeschleppte und damit in directestem Zusammenhange stehende Fälle beschränkt; andere Orte aber würden bei Gelegenheit einer Epidemie von Cholera schwer durchseucht, während dieselben bei einer zweiten, obgleich die Verkehrsverhältnisse sich in keiner Weise geändert hätten und trotzdem auch eine Einschleppung der Cholera von auswärts in dieselben stattgefunden, doch nicht in grösserer Ausdehnung ergriffen. Diese Beobachtungen führten Pettenkofer zu dem Schlusse, dass neben dem menschlichen

---

[1] Pettenkofer, *Untersuchungen und Beobachtungen über die Verbreitung der Cholera nebst Bemerkungen über Maassregeln, derselben Einhalt zu thun.* München 1855.

Verkehre eine gewisse örtliche und zeitliche Disposition der von Cholera ergriffenen Orte für die Ausbreitung dieser von entscheidendem Einflusse sein müsse. Diese örtliche und zeitliche Disposition erkannte Pettenkofer als im Boden und in gewissen Bodenverhältnissen und nur ausschliesslich als in diesen bestehend. Der Cholerakeim, einmal in einen Ort eingeschleppt, müsse, bevor er sich zu einer grösseren Ausbreitung entwickeln könne, in einen porösen, Luft und Wasser zugänglichen und mit organischen Zersetzungsproducten durchsetzten Boden — dies die örtliche Disposition — und zwar zur Zeit einer mittleren Durchfeuchtung desselben — dies die zeitliche — gelangen; treffe dagegen der eingeschleppte Cholerakeim nicht einen derartigen Boden und in diesem mittleren Durchfeuchtungszustande an, so könne derselbe sich an diesem Orte auch nicht auf weitere Kreise ausdehnen und bliebe die Cholera an demselben nur auf einige eingeschleppte und damit in directestem Zusammenhange stehenden Erkrankungen beschränkt. Als der beste Indicator für diese örtliche und zeitliche Disposition wurde von Pettenkofer das Grundwasser und seine Schwankungen angesprochen; indem nämlich dasselbe ansteige, überschwemme es diejenigen Erdschichten, in denen der Cholerakeim seine volle Entwickelung erlangen müsse; diese allzugrosse Feuchtigkeit mache aber diese Entwickelung des Cholerakeimes unmöglich, erst nachdem das Grundwasser gesunken wäre und diese Erdschichten nunmehr in einem geringeren Grade mit Flüssigkeit, gleichzeitig aber auch mit Luft angefüllt wären, erst jetzt könne sich der Cholerakeim weiter entwickeln und die Cholera über weitere Kreise sich ausbreiten. Auf diesen Anschauungen über den Boden und das Grundwasser in demselben, über örtliche und zeitliche Disposition, fussend hat dann Pettenkofer alle späteren Ergebnisse der Choleraforschung beurtheilt.

Diese Abhängigkeit vom Untergrunde und seiner wechselnden Durchfeuchtung, wie sie Pettenkofer für die Cholera behauptet hatte, suchte Buhl[1] auch als für den Typhus gültig nachzuweisen und verglich zu dem Zwecke im Jahre 1864 die Zahl der Typhusfälle, die im Verlaufe von acht Jahren, 1856 bis 1863, im pathologischen Institute zu München zur Section gekommen waren, mit den Aufzeichnungen über den Gang des Grundwassers und seinen Schwankungen, und es ergab sich hieraus[2] „die kein Bedenken erregende Hypothese, dass sich die specifische Ursache des Typhus im Boden befinde, mit dem Sinken des Grundwassers blossgelegt, mit dem Steigen desselben überdeckt würde.“ Pettenkofer[3] führte diese Lehre

---

[1] Buhl, *Zeitschrift für Biologie.* Bd. I. S. 1.

[2] *Ebenda.* S. 15.

[3] Pettenkofer, *Zeitschrift für Biologie.* Bd. III. S. 1.

dann weiter durch, indem er im Jahre 1868 die Typhussterblichkeit von ganz München vom Jahre 1850 bis 1867 mit dem Gange der Grundwasserschwankungen auf Grundlage einer Tabelle von Wagus verglich; ebenso fand Soyka[1] dieses Gesetz bestätigt, als er die Vergleichung von Typhusmortalität und dem Gange des Grundwassers weiter bis zum Jahre 1878 verfolgte. So gilt es der localistischen Lehre, wie sie von ihrem Begründer selber benannt wird, als eine ausschliessliche Regel, dass der Typhus einzig und allein vom Boden und seiner wechselnden Durchfeuchtung abhängig sei, und jede andere Anschauung, die der Möglichkeit auch anderer Umstände Rechnung trägt, wird als falsch und irrig angesehen und von derselben bekämpft.

Die genaueren Kenntnisse über das Wesen der Milzbranderkrankung, die wir der bacteriologischen Forschung der letzten Jahre verdanken legten es den Anhängern der localistischen Lehre nahe, auch für diese Seuche, die zweifelsohne in der ganzen Verlaufsart vieler Fälle eine gewisse Abhängigkeit vom Boden und meteorischen Einflüssen zeigt, dieselben Factoren, die für Cholera und Typhus gelten sollen, als maassgebend hinzustellen. Friedrich[2] suchte den Nachweis der Abhängigkeit des Milzbrandes vom Boden und seiner Durchfeuchtung auf statistischem Wege zu erbringen, indem er die Milzbrandfälle auf den bayerischen Alpen mit den Niederschlagsmengen in Bad Kreuth und München verglich. Schrakamp[3] machte wenigstens den Versuch, die Möglichkeit, dass Milzbrandbacillen überhaupt im Boden wachsen und sich entwickeln können, mit Zuhilfenahme bacteriologischer Methoden zu erweisen; zu dem Zwecke sterilisirte er verschiedene Erdproben, übergoss sie in kleinen Kölbchen in reichlichster Weise mit verschiedenen für das Wachsthum der Milzbrandbacterien geeigneten Nährlösungen, impfte dann in dieselben Milzbrandbacillen und fand, dass auch jetzt noch in den so präparirten Nährsubstraten Milzbrandbacillen bei einer Temperatur von 18—22° resp. 35° C. gedeihen können. Aus einer Versuchsanordnung, bei welcher also der Erde soviel Nährlösung zugesetzt, dass letztere die Erde vollständig überdeckte, und, die daher nur den Schluss gestatten dürfte, dass für das Wachsthum von Milzbrandbacterien geeignete Nährsubstrate an dieser Eigenschaft nichts verlieren, wenn sie mit Erde gemischt werden, glaubt nun Schrakamp den Beweis dafür erbracht zu haben, dass in den tieferen Bodenschichten, in denen die Grundwasserschwankungen stattfinden, Milzbrand-

[1] Soyka, Artikel: Boden in Eulenberg's *Encyclopaedie der gesammten Heilkunde.*

[2] Friedrich, *Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin und vergleichende Pathologie.* 1885. Bd. XII.

[3] Schrakamp, *Zeitschrift für Hygiene.* Bd. II. S. 335.

bacterien sich vermehren können, während doch in diesen Erdschichten in Wirklichkeit eine viel niedrigere Temperatur, eine weniger günstige Concentration der Nährsubstrate bei einer gleichzeitigen vitalen Concurrenz mit anderen Bacterien stattfindet, als wie dies Schrakamp in seiner Versuchsanordnung gewählt hat.

Ist ja auch durch Versuche Koch's[1] erwiesen, dass in Gartenerde, in sehr humusreicher Erde vom Ufer eines Flusses, im Schlamm desselben, sowie im Strassenschlamme, welche Substanzen mit etwas Wasser — und nicht mit Nährlösung wie in Schrakamp's Versuchen — versetzt wurden, die Milzbrandbacillen nicht wachsen können.

Während durch diese Arbeiten der Beweis nicht als erbracht gelten kann, dass der Milzbrand in seiner epidemischen Ausbreitung einzig und allein abhängig sei vom Boden und seiner wechselnden Durchfeuchtung im Sinne der localistischen Lehre, steht mir eine thatsächliche Beobachtung zur Verfügung, die erweist, dass gehäufte Milzbrandfälle sich Jahre lang hintereinander an ein und demselben Orte ereignen können ohne jeden Zusammenhang mit Boden und Grundwasser, und dass eine örtliche und zeitliche Disposition für Milzbrand bestehen kann, die in rein äusserlichen mehr zufälligen Umständen ihre Begründung findet, und aus diesen Gründen der Mittheilung werth erscheint.

Auf einem Gute in der Provinz Posen herrschte der Milzbrand unter den Schafen seit den sechziger Jahren fast Jahr aus Jahr ein mit nur kurzen Unterbrechungen; als von Anfang Juli 1873 bis Ende Juni 1874 bei einem durchschnittlichen Bestande von 300 Schafen, 114 dem Milzbrande erlegen waren, wurden die Schafe abgeschafft und die Schafzucht auf drei Monate unterbrochen; schon im Jahre 1875 fielen wieder neun Stück an Milzbrand; das Jahr 1876 blieb ganz von Milzbranderkrankungen verschont; in den folgenden Jahren ereigneten sich wieder fortwährende Verluste an Milzbrand, die aber niemals eine bedeutendere Höhe erreichten. Erst in den Jahren 1881, 1882 und 1883 wüthete der Milzbrand wieder in bedeutend grösserer Ausdehnung als vorher unter den Schafen; als nun bei gleichfalls ungefährem Bestande von 300 Schafen im Juni 1883 9 Stück, im Juli 16, im ganzen während Jahresfrist 59 Schafe gefallen waren, wurden die Schafe wiederum abgeschafft und sind seitdem in den folgenden Jahren überhaupt keine mehr auf diesem Gute gehalten worden.

Im Januar 1883 ist auf diesem Gute ein Rind an Milzbrand erkrankt und gefallen — seit dem Jahre 1873 war kein Fall von Milzbrand bei den Rindern mehr vorgekommen; erst im Januar 1884, nachdem schon sechs Monate lang keine Schafe mehr auf dem Gute gehalten waren,

---

[1] Koch, *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte.* Bd. I. S. 78.

fielen wieder zwei Rinder an Milzbrand. Während des Verlaufes des Jahres 1884 kamen keine weiteren Verluste an Milzbrand vor. Im Januar 1885 aber starben wieder drei, im Februar zwei Rinder an Milzbrand, ausser diesen waren noch drei erkrankt, die aber wieder gesundeten. Diese höchst merkwürdige Thatsache, dass die Milzbranderkrankungen unter den Rindern erst dann vorkamen, nachdem die Schafe abgeschafft waren, während im allgemeinen in dortiger Gegend die Regel gilt, dass der Milzbrand die Rinder nur dann befällt, wenn derselbe gleichzeitig unter den Schafen wüthet, und es kein besseres Mittel giebt, die Rinder vor Milzbrand zu bewahren, als die Schafe abzuschaffen, sowie der Umstand, dass in drei aufeinanderfolgenden Jahren die Milzbranderkrankungen nur im Januar, im Jahre 1885 auch im Februar zwei, vorgekommen, die übrigen Monate aber vollständig frei von jeder Erkrankung waren, während unter den Schafen der Milzbrand früher am schlimmsten in den Monaten Juni, Juli, August und September gewüthet hatte, diese Thatsachen widersprachen in allen Beziehungen den gewöhnlichen Erfahrungen über Milzbrand und den auf denselben aufgebauten Anschauungen. Ausserdem waren sämmtliche Milzbranderkrankungen während dieser drei Jahre stets nur bei solchen Thieren, die in ein und demselben Stalle gestanden, sowie im Winter zur Zeit der Stallfütterung vorgekommen.

Es lag also in diesem Falle ein höchst merkwürdiges Beispiel einer örtlichen und zeitlichen Disposition für Milzbrand vor, das in seinem ganzen Verhalten viel von den gewöhnlichen Erfahrungen abweichendes aufwies.

Die Thatsache jedoch, dass in den drei aufeinanderfolgenden Jahren nur solche Rinder, die in ein und demselben Stalle gestanden, und zwar zur Zeit der Stallfütterung an Milzbrand gefallen waren, lenkte den Verdacht, die Ursache des Milzbrandes zu beherbergen auf die Futtermaterialien, mit denen die Thiere zur Zeit der Infection gefüttert waren, sowie den Boden, auf dem dasselbe aufgelagert war. Verschiedene Proben dieser Futtermaterialien, sowie des betreffenden Lehmbelages, wurden an Hrn. Geheim-Rath Koch übersandt und von demselben mir zur Untersuchung übergeben.

Der Stall, in dem sämmtliche Milzbrandfälle vorgekommen, war von gewöhnlicher Beschaffenheit und zeigte in seiner ganzen äusseren und inneren Einrichtung nichts von der dort üblichen Bauart abweichendes; in dem unteren zur ebenen Erde gelegenen Raume waren die Stallungen für die Rinder, von diesem führte eine Leiter auf den Bodenraum, welcher direct unter dem Dache lag; der Fussboden dieses Dachraumes war mit Lehm bestrichen. Von den obersten Lagen dieses Lehmbelages rühren

die übersandten Lehmproben her. Die übersandten Futtermaterialien waren als Gemengestroh und Kleeheu bezeichnet.

Die Untersuchung, ob das betreffende Material Milzbrandsporen — denn in diesem Falle konnte es sich nur um die Dauerform des Milzbrandbacillus, die Sporen, und nicht mehr um die leichter vergänglichen Bacillen handeln — beherberge, wurde in zweierlei Weise vermittelst des Cultur- und Infectionsverfahrens angestellt. Im ersten Verfahren wurden die zu untersuchenden Proben auf die gewöhnliche 10 procentige Nährgelatine aufgestreut, die verflüssigt und auf sterilisirte Glasplatten ausgegossen war.

Nachdem sich dann von den Körnern der aufgestreuten Proben ausgehend Colonieen von Bacterien, Hefen, sowie auch Schimmelpilzen entwickelt hatten, wurden diese Platten mikroskopisch untersucht und von allen solchen Colonieen, die mit denen des Milzbrandbacillus auch nur entfernte Aehnlichkeiten hatten, weitere Culturen auf Gelatine angelegt und auf Mäuse verimpft. Da jedoch besonders in diesem Falle, um ein Ueberwuchern der langsamer aus den Sporen auskeimenden und sich vermehrenden Milzbrandbacillen durch andere schneller wachsende Bacterien und Schimmelpilze zu verhüten, die auszustreuende Menge nur eine sehr geringe sein durfte und demgemäss auch selbst bei einer verhältnissmässig grossen Anzahl von ausgegossenen und bestreuten Platten doch das Resultat bei einer allenfalls geringen Menge von Milzbrandsporen in den zu untersuchenden Proben ein unsicheres sein konnte, so wurden daneben noch Thiere (Meerschweinchen) direct mit den betreffenden Proben geimpft, indem letztere stets mehreren Thieren zugleich und in grösserer Menge in unter die Haut der Bauchseite angelegten Taschen eingebracht wurden.

Das Resultat der beiden Untersuchungsreihen war das gleiche: während nämlich von den Proben der Futterstoffen auf den Platten sich keine Milzbrandcolonieen entwickelten und auch keines der mit denselben inficirten Thieren an Milzbrand zu Grunde ging, — nur eins dieser Thiere ist an malignem Oedem gestorben — also in diesen Proben auch keine Milzbrandsporen vorkamen, erwies sowohl das Cultur- als auch das directe Infectionsverfahren bei den übersandten Proben des Lehmbodens das Vorhandensein von Milzbrandsporen.

Die Anzahl der Milzbrandsporen in dem untersuchten Lehmboden kann nicht als eine sehr grosse angesehen werden; denn auf 32 Platten, die mit denselben bestreut waren, wurde nur eine Milzbrandcolonie entdeckt und ging die mit derselben geimpfte Maus an typischem Milzbrand zu Grunde; bei einer späteren Untersuchung des Lehmbodens vermittelst des Plattenverfahrens wurde wiederum eine Milzbrandcolonie gefunden;

es fehlt jedoch hierbei eine Angabe über die Zahl der gefertigten Platten. Dagegen gingen von sechs unter die Haut mit Lehmboden geimpfte Meerschweinchen vier an Milzbrand zu Grunde.

Durch diesen Nachweis, dass Milzbrandsporen in den obersten Schichten des Lehmbodens, auf dem die Futterstoffe lagen, mit denen die erkrankten Rinder gefüttert waren, vorkamen, erklärt sich die höchst eigenthümliche, nach Ort und Zeit so merkwürdig abgegrenzte Verlaufsart des Milzbrandes auf diesem Gute in einfachster Weise: Zur Sommerszeit, wo überhaupt keine Stallfütterung war, sowie im Winter, zwar zur Zeit der Stallfütterung, wo aber noch die obersten Lagen der Futterstoffe den Rindern gereicht wurden, konnten noch keine Milzbrandsporen aus dem Lehmbelag dem Futter beigemischt werden, also auch keine Erkrankungen an Milzbrand unter den Rindern vorkommen; erst in den späteren Wintermonaten, als die Lage der Futterstoffe eine niedrigere wurde, konnten Bröckchen des Lehmbodens, die beim Aufgabeln der Futterschichten oder auch durch das einfache Betreten desselben losgerissen waren, mit den denselben anhaftenden Milzbrandsporen dem sonst reinen und unschädlichen Futter beigemischt werden und so die Erkrankungen an Milzbrand veranlassen.

Ueber die Art und Weise, in der die Milzbrandsporen in die oberen Schichten des Lehmbodens gelangten, gab der Vogt des Gutes folgende Erklärung:

In früheren Jahren, nämlich bis zum Jahre 1874, sind auf diesem Stallboden die Felle der an Milzbrand gefallenen Schafe, die vorher ausserhalb des Geschäftes abgeledert waren, getrocknet worden; im Jahre 1874 aber ist im Walde an einer abseits gelegenen Stelle, wo niemals Schafe oder Rinder zur Weide geführt werden, eine kleine Hütte errichtet, in denen die gefallenen Schafe abgeledert und ihre Felle getrocknet werden sollen, und eine besondere Verscharrungsstätte für die Cadaver der gefallenen Schafe abgezäunt worden; im Jahre 1883 sollten die Schafe überhaupt unabgeledert verscharrt werden. Trotz allmonatlicher Controlle und Nachzählung des Schafbestandes sei es jedoch unmöglich, zu verhüten, dass nicht das eine oder andere der an Milzbrand gefallenen Schafe der Controlle entzogen, entwendet und dies in nicht vorschriftsmässiger Weise behandelt werde. Es habe im Jahre 1882 oder 1883, während der Milzbrand wieder stärker unter den Schafen wüthete, ein früherer Schäferknecht, der wegen seiner Liederlichkeit entlassen werden musste, an Milzbrand verendete Schafe entwendet, auf den Stallboden geschleppt, dieselben dort abgeledert, um die Felle für sich zu verwenden.

Da wir wohl nicht annehmen dürfen, dass Milzbrandsporen, die vor dem Jahre 1874 in diesen Lehmboden gelangt seien, bis zum Jahre 1883 darin geruht hätten, ohne irgend eine Wirkung zu äussern, von diesem

Jahre an aber Jahr aus Jahr ein ihren verderblichen Einfluss geltend machten, ohne dass zu dieser Zeit irgend eine Veränderung in den äusseren Verhältnissen, sei es der Fütterung oder sonstigen Pflege der in diesen Stalle eingestellten Rindern geschehen, so müssen wir zu dem Schlusse gelangen, dass erst im Jahre 1882 oder 1883 durch das Beiseiteschaffen und Abledern der an Milzbrand gefallenen Schafe Milzbrandbacillen auf den Lehmboden gelangt sind, aus denen sich dann Sporen gebildet haben.

Bei diesen Proceduren des Ablederns also ist Blut und Gewebssaft, die Milzbrandbacillen enthielten, auf dem Lehmboden geflossen und haben sich aus diesen Bacillen Sporen entwickelt. Die Entwickelung von Milzbrandsporen ist in diesem Falle auf der ganz trockenen Lehmschicht eines Stallbodens erfolgt und ist in diesem Falle auch absolut nicht die geringste Abhängigkeit vom Erdboden und dessen Feuchtigkeit weder von dem der unteren Erdschichten nach Schrakamp's Anschauungen, noch dem der oberen, in die Soyka[1] die Entwickelung der Milzbrandsporen verlegt, zu erkennen. Mit dem ausfliessenden Gewebssafte bez. Blute ist in den Lehmboden Nährsubstrat und Feuchtigkeit genug eingedrungen, so dass die im Blute vorhandenen Milzbrandbacillen weiterwachsen und Sporen bilden konnten. Ebenso wie in diesem Falle an einem sonst trockenen Lehmboden haftend die Milzbrandbacillen in dem aus dem Thierkörper ausgeflossenen Blute resp. Gewebssaft weiterwuchsen und Sporen bildeten, ebenso können sie auch an jedem anderen Gegenstande haftend, der ihnen nur als Träger dient, sei dies nun der Erdboden selber, Koth,[2] Felle, Wolle oder sonst irgend etwas derartiges, ihren ganzen Entwickelungsgang bis zur Sporenbildung durchlaufen, wenn sie nur passende Temperatur finden und bedürfen die Milzbrandbacillen keineswegs, um ihre volle Entwickelung zu erreichen, in den Erdboden zu gelangen.[3]

Diese in den obersten Schichten des Lehmbodens zur Entwickelung gelangten und abgelagerten Milzbrandsporen verharrten, ohne ihren verderblichen Einfluss ausüben zu können, darin, bis sie durch irgend einen zufälligen Umstand, sei dies nur durch das Aufgabeln der Futterstoffe

---

[1] Soyka, Bacteriologische Untersuchungen über den Einfluss des Bodens auf die Entwicklung von pathologenen Pilzen. *Fortschritte der Medicin.* 1886. Hft. 9.

[2] Dass auch auf nicht sterilisirtem Rinderkothe Milzbrandbacillen Sporen bilden können, ist durch Versuche Kitt's nachgewiesen. Koch's *Revue für Thierheilkunde und Thierzucht.* 1885. Nr. 3, ref. in Baumgarten's *Jahresbericht* für 1885.

[3] Dass die Mehrzahl der Milzbrandfälle unter Thieren bedingt sei durch die Einwanderung von Sporen, die von unzweckmässig behandelten Thiercadavern herrühren, hat Koch schon in seiner ersten Arbeit zur Aetiologie des Milzbrandes behauptet. Cohn's *Beiträge zur Biologie der Pflanzen.* Bd. II. Hft. 2. S. 303.

oder das Betreten des Lehmbelages bedingt, von dem Lehmboden abgetrennt und den untersten Lagen der dort aufgeschichteten Futterstoffe beigemischt wurden und dann mit der Verfütterung derselben in den Thierkörper gelangten.

Wir haben also in diesem Falle ein Beispiel einer örtlichen und zeitlichen Disposition für Milzbrand vor uns, das absolut keinen Zusammenhang mit dem Untergrund und seiner wechselnden Durchfeuchtung aufweist, sondern durch rein äusserliche mehr zufällige Umstände bedingt ist. In dem beim Abledern an Milzbrand verendeter Schafe ausgeflossenen Blute entwickelten sich Milzbrandsporen an dem Orte, an dem in drei aufeinanderfolgenden Jahren einzig und allein Milzbranderkrankungen vorgekommen waren; durch das Abbröckeln des Lehmbodens wurden die dort eingelagerten Milzbrandsporen den untersten Lagen der Futterstoffe beigemischt und mit diesen zu einer bestimmten stets gleichen Zeit den an Milzbrand erkrankten und gefallenen Rindern verfüttert.

So zeigt uns dieses Beispiel, dass wir örtliche und zeitliche Disposition für Milzbrand nicht so enge fassen dürfen, wie dies noch heute von der localistischen Lehre geschieht, die dieselbe ausschliesslich vom Boden und seiner wechselnden Durchfeuchtung abhängig sein lässt. In manchen Fällen zwar wird eine directe Beziehung des Milzbrandes zum Boden bestehen; wir müssen aber anerkennen lernen, dass diese beiden Momente auch von den verschiedensten anderweitigen Verhältnissen und Umständen beeinflusst sein können und müssen allen denselben in gleicher Weise Berücksichtigung entgegen bringen. Wir müssen vor allen Dingen und in erster Reihe den bacteriologischen Thatsachen Rechnung tragen und suchen mit Zugrundelegung derselben die Ergebnisse epidemiologischer Forschung zu verstehen; nicht aber dürfen wir die Richtigkeit der bacteriologischen Forschung von der Erwägung abhängig sein lassen, ob sie mit den bis jetzt als gültig angenommenen Gesetzen und Regeln der Epidemiologie übereinstimmt.

Wie diese Untersuchung eine höchst auffällige und absonderliche örtliche und zeitliche Disposition für Milzbrand als abhängig von mehr zufälligen Umständen gezeigt hat, so müssen wir auch anerkennen, dass, da der Milzbandbacillus und seine Sporen alle ihre Eigenschaften im Wasser[1] beizubehalten vermögen, auch das Wasser als Verbreiter von Milzbrandseuchen gelten kann.

Die Kenntnisse, die wir der bacteriologischen Forschung über das Wesen der Infectionsträger für Typhus und Cholera verdanken, lehren

---

[1] Wolffhügel u. Riedel, Die Vermehrung der Bacterien im Wasser. *Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte.* Bd. I. S. 466.

uns, dass wir die diese Seuchen begünstigenden Momente, die wir mit den Namen der örtlichen und zeitlichen Disposition zu belegen gewohnt sind, nicht so enge als allein vom Untergrunde und seiner wechselnden Durchfeuchtung abhängig bezeichnen dürfen. Epidemiologische Erfahrungen und bacteriologische Thatsachen sprechen für die Möglichkeit der Weiterverbreitung des Typhus durch Wasser resp. Milch mit nicht geringerer Ueberzeugungskraft als jene Münchener Typhuscuren ein eigenthümliches Zusammengehen von Typhusmortalität und Grundwasserschwankungen aufweisen. Jene Erkrankung an asiatischer Cholera unter den Theilnehmen an den Choleracursen im Reichsgesundheitsamte erweist, dass Cholerabacillen, die monatelang vom Untergrunde getrennt auf künstlichen Nährboden sich fortpflanzten, ihre volle Infectionsfähigkeit bewahren können und zu ihrer vollen Entwicklung keineswegs einer Reifung im Boden bedürfen.

Wollen wir eine sicher begründete Kenntniss über den Gesammtcharakter jener grossen Seuchen, wie Cholera, Typhus und Milzbrand, erlangen, auf denen wir sichere Verhaltungsmaassregeln gegen dieselben aufbauen dürfen, so müssen wir allen Factoren in gleicher Weise Rechnung tragen und dürfen keinem derselben eine bevorzugte Stellung, ein Reservatrecht einräumen.

Um weitere Infectionen mit Milzbrand von diesem Lehmboden ausgehend zu verhüten, wurde sämmtliches im Stalle befindliche Futter sowie der Dünger verbrannt; dann wurden die Decken, die Säulen, alles untere Holzwerk, als Krippen u. s. w. herausgerissen und theilweise verbrannt theilweise desinficirt und tief vergraben, so dass nur die Wände und das Dach übrig blieben; auch der innere Putz wurde, soweit solcher vorhanden war, herabgeschlagen, die Fugen tief ausgekratzt, die Erde tief ausgegraben; dann Alles gehörig desinficirt. Zuletzt wurde eine über Eisenschienen gewölbte, auf eisernen Säulen ruhende Decke gefertigt, mit Cement vermauert und Alles wiederholt mit Steinkohlentheer gestrichen.

Im Jahre 1885 und im Winter 1886 sind auf diesem Gute keine weiteren Erkrankungen an Milzbrand mehr vorgekommen.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Mikroskopische Untersuchungen des Darminhaltes von an Cholera asiatica verstorbenen Indiern.

Von

Stabsarzt Dr. Weisser und Dr. med. Georg Frank,
Assistenten am hygienischen Institut.

Am ersten Sitzungstage der zweiten Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage machte Geheimrath Koch im Anschlusse an seinen Bericht über die weiteren Ergebnisse der Choleraforschung seit der vorhergegangenen Conferenz Mittheilung über Untersuchungen von Deckglaspräparaten des Darminhaltes von an Cholera verstorbenen Indiern, die ihm durch die Güte des Hrn. Dr. Dissent, Arzt am Sealdah Hospital zu Calcutta, zugegangen waren.

Da in den Berichten über die Choleraconferenz dieser Untersuchung nur kurz Erwähnung gethan ist, und da im Laufe des vergangenen Jahres noch einige neue Fälle hinzugekommen sind, so berichten wir hier über diese Untersuchungen etwas ausführlicher, weil wir glauben, dass sie die Beobachtungen derjenigen Forscher nach Koch, die, wie van Ermenghem, Watson Cheyne, Ceci, Nicati u. Rietsch, Babes, Pfeiffer u. s. w., die Anwesenheit der Cholerabacterien bei Cholera constatirten, ergänzen und als Erweis dafür dienen können, dass die mikroskopische Untersuchung allein in der Mehrzahl der Fälle genügen kann, die Diagnose auf Cholera asiatica zu stellen.

Diese Deckglaspräparate waren in der Weise angefertigt, dass die ganze Oberfläche des Deckglases ausgenutzt war. Nach der mikroskopischen Untersuchung scheint die Annahme berechtigt, als ob zum Ausstriche nicht immer die charakteristischen Schleimflocken des Inhaltes des Choleradarmes gewählt worden seien, in denen die Kommabacillen in besonders

dichter Menge zu sitzen pflegen, sondern die mehr wässerigen und an Kommabacillen ärmeren Bestandtheile des Darminhaltes. Es zeigte sich nämlich in vielen Präparaten eine viel geringere Menge von Schleim und Epithel als wir in den von Geheimrath Koch angefertigten Präparaten gesehen hatten. Wenn auch durch diesen Umstand Schwierigkeiten, die bei einem vorschriftsmässigen Ausstreichen hätten vermieden werden können, dem mikroskopischen Nachweise der Kommabacillen entgegentraten, so gelang es doch durch genaue vergleichende Durchsicht der Praeparate, die meist in der Zahl von fünf oder sechs von verschiedenen Stellen des Darmes entnommen in jedem einzelnen Falle vorlagen, doch auch in jenen Fällen, in denen die Kommabacillen nur sehr spärlich und zerstreut vorkamen, ihre Anwesenheit in dem einen oder anderen der Präparate zu constatiren.

Gleichzeitig hatte Dr. Dissent jedem Falle — mit Ausnahme von zweien — eine kurze Notiz über Namen, Alter, Stand des Erkrankten, Beginn, Verlauf und Ende der Krankheit beigegeben.

Von den übersandten Fällen — nur wenige Deckgläser waren auf dem Transporte verdorben und zur Untersuchung nicht mehr geeignet, so dass die betreffenden Fälle hier ganz ausgeschlossen bleiben — sind 90 mikroskopisch untersucht worden. Die Deckglaspräparate, die in Calcutta einfach an der Luft getrocknet waren, wurden zu dem Zwecke der Untersuchung direct mit den geeigneten Anilinfarben, meistens Fuchsinlösung, gefärbt, da bei der langen Zeit, die nach dem Bestreichen der Deckgläser bis zur mikroskopischen Untersuchung vergangen war, die Abstriche an den Deckgläsern so fest angetrocknet waren, dass das gewöhnlich geübte Fixiren derselben durch Durchziehen durch die Flamme nicht mehr nöthig war.

Bei der mikroskopischen Untersuchung wurde nicht allein auf das Vorkommen der Kommabacillen überhaupt geachtet, sondern auch die ungefähre Menge derselben in den constatirten Fällen durch die Bezeichnungen: „wenig oder spärlich, reichlich oder viel" „Reincultur oder fast Reincultur" annähernd zu bestimmen gesucht, und sind die Fälle erster Rubrik mit einem, die zweiter mit zwei, die dritter mit drei Kreuzen in der Tabelle versehen worden. (Siehe S. 382—389).

Von den 90 untersuchten Fällen — 89 Obductionen 1 Kranker — wurden die Kommabacillen durch die mikroskopische Untersuchung 83 mal constatirt; 7 mal wurden sie vermisst. Von diesen sieben Fällen waren in zwei die Präparate in Folge von Schimmelpilzwucherungen verdorben. In den fünf übrigen Fällen fanden sich in den Präparaten sehr viele verschieden geformte Bacterien und reichlich Blut; von diesen fünfen ist in der beigegebenen Krankengeschichte einer als im Reactionsstadium verstorben

bezeichnet. Aber auch in den vier übrigen Fällen fand sich den Präparaten Blut so reichlich beigemischt, dass man wohl annehmen darf, dass auch diese Fällen angehörten, die im Reactionsstadium gestorben sind. Vielleicht könnte es sich auch in dem einen oder anderen dieser Fälle nicht um Cholera, sondern um jenes eigenthümliche perniciöse Fieber Indiens gehandelt haben, das unter Symptomen verläuft, welche denen der Cholera asiatica sehr ähnlich sind, und welches ein so wenig charakteristisches pathologisch-anatomisches Bild hinterlässt, dass selbst dem mit den tropischen Krankheiten vertrauten Arzte die Differentialdiagnose sehr schwer, sogar unmöglich werden kann.

Von den 83 Fällen, in denen die Kommabacillen gefunden wurden, sind

als	„Reinculturen"	bezeichnet	13 Fälle
„	„reichliche Kommabacillen"	„	32 „
„	wenige „	„	38 „

In den 13 Fällen „Reincultur" wurde 8 mal das Blut vermisst; 5 mal wurde nur wenig constatirt.

In den 32 Fällen, „reichliche Kommabacillen" wurde kein Blut gefunden bei 15, wenig bei 13, viel bei 3; in einem Falle war, weil das Präparat durch Schimmelpilzwucherungen beschädigt, kein sicherer Entscheid zu geben.

In den 38 Fällen „wenige Kommabacillen" wurde kein Blut constatirt bei 6, wenig Blut bei 21, sehr viel Blut bei 9 Fällen; unbestimmbar aus dem oben angeführten Grunde war es in zwei Fällen.

Von den 83 Fällen, bei denen die Kommabacillen constatirt wurden, starben

innerhalb des Verlaufes von	1 × 24 Stunden	38
„ „ „ „	2 × 24 „	22
„ „ „ „	3 × 24 „	10
„ „ „ „	4 × 24 „	6
„ „ „ „	5 × 24 „	1
nach 123 Stunden		1
entlassen wurde		1;

eine Bestimmung über die Krankheitsdauer konnte aus den beigegebenen Notizen nicht gezogen werden in 4 Fällen.

Die Untersuchungen berechtigen uns zu folgenden Schlüssen:

Zuerst möchten wir, Klein's Behauptung gegenüber, dass bei ganz rapidem Verlaufe der Cholera die Kommabacillen vermisst würden, constatiren, dass in keinem der Fälle, die weniger als zwölf Stunden gedauert haben, die Kommabacillen fehlten, dass sie vielmehr in den meisten fast in Reincultur vorkamen.

Nr.	Name	Geschlecht	Jahre Alter	Wann erkrankt	Wann gestorben
1	Krankengeschichte fehlt.				
2	Bipol (Hindu)	männlich	40	14. Febr. 85 früh Morg.	15. Febr. 1885 9^h a.
3	Banka	„	8	17. „ 5^h a. m.	17. „ 10^h p. m
4	Mohnu Call (Hindu)	„	34	21. „ 8^h p. m.	22. „ 6^h a. m.
5	Streiram (Hindu)	„	34	21. „ 9^h p. m.	22. „ 12^h Mittag
6	Maha hunda (Hindu)	„	35	22 „ 5^h a. m.	22. „ 4^h p. m
7	Jajeshari (Hindu)	weiblich	?	26. „ 8^h a. m.	27. „ 6^h a. m.
8	Ranglio Janger (Hindu).	männlich	?	27. „ 12^h 30 a. m.	entlassen am 4. März 1885
9	Puddo (Hindu)	weiblich	50	1. März 8^h a. m.	2. März 6^h a. m.
10	Soorut (Hindu)	männlich	20	1. „ in der Nacht	4. „ 6^h a. m
11	Surja	—	—	—	—
12	Indu (Hindu)	männlich	50	3. „ 11^h a. m.	4. „ 5^h a. m.
13	Siboo (Hindu)	„	40	4. „ 6^h a. m.	9. „ 1^h a. m.
14	Ihagia (Hindu)	weiblich	—	5. „ 11^h a. m.	8. „ 7^h p. m.
15	Bhatoo (Hindu)	männlich	35	8. „ während der Nacht	9. „ 11^h a. m.
16	Lukti Narain	„	45	8. „	11. „ 12^h a. m.
17	Gopal (Hindu)	„	Jüngl.	10. „ 6^h p. m.	12. „ 6^h a. m.
18	Skiputi (Hindu)	„	„	10. „ 12^h a. m.	12. „ 4^h p. m.
19	Ramjanaky (Muhamedaner)	„	„	12. „ 11^h a. m.	13. „ 10^h p. m
20	Heera (Hindu)	weiblich	„	12. „ Nachts	14. „ 1^h a. m.
21	Som nath (Hindu)	männlich	35	12. „ „	13. „ 12^h a. m.
22	Nautuni (Hindu)	„	Jüngl.	12. „ „	14. „ 2^h p. m.

r der Krankheit	Mikroskopischer Befund.
	In den Flocken neben ziemlich vielen anderen Bacterien zahlreiche Kommabacillen; ziemlich viel Blut. ++
m 30 Stunden	Präparate zu dick aufgestrichen und schlecht conservirt. Kommabacillen fraglich. ?
17 Stunden	Fast Reincultur von Kommabacillen. Viele Epithelzellen. Sehr wenig Blut. +++
a 16 Stunden	Präparat schlecht conservirt; in den wenigen zur Untersuchung geeigneten Flecken zahlreiche Kommabacillen. Ueber Blut kein Entscheid zu fällen. ++
15 Stunden	Wenig Blut. In den Flocken Kommabacillen in Reincultur. Sonst wenig andere. +++
m 12 Stunden	Wenig Blut. Viele Epithelien. Neben vielen anderen sehr reichlich Kommabacillen. ++
27 Stunden	Fast Reincultur von Kommabacillen. Kein Blut. +++
	Ziemlich reichlich Blut. Mässig zahlreiche Epithelien. Neben vielen anderen Bacterien spärliche Kommabacillen. +
27 Stunden	Präparate schlecht conservirt. In den Flocken sehr reichlich Kommabacillen neben wenigen anderen. Wenig Blut. ++
er 72 Stunden	Ziemlich reichliche Kommabacillen. Kein Blut. ++
	Reichlich Epithelzellen. Spärlich Blut. Ziemlich viele andere Bacterien. In den Flocken dagegen sehr reichlich Kommabacillen. ++
18 Stunden	Wenige Kommabacillen. Viele rothe Blutkörperchen. Keine Epithelzellen. +
115 Stunden	Stellenweise Kommabacillen. Rothe Blutkörperchen in geringer Menge. Wenige Epithelzellen. +
80 Stunden	Vereinzelte Kommabacillen, Reichlich rothe Blutkörperchen. Keine Epithelzellen. +
stens 35 Stunden	In den Schleimflocken reichlich Kommabacillen. Sehr viele Epithelzellen. Sehr wenig Blut. ++
- 84 Stunden	Kommabacillen in geringer Zahl. Viele Epithelzellen. Wenige rothe Blutkörperchen. +
36 Stunden	Keine Kommabacillen. Reichlich Epithelzellen und rothe Blutkörperchen. ?
52 Stunden	Etwas Blut. Wenige Epithelzellen. Kommabacillen fraglich. ?
35 Stunden	Kein Blut. Wenig Epithel. Neben wenigen anderen Bacterien spärlich Kommabacillen. +
49 Stunden	Sehr wenig Blut. Spärlich Epithel. Wenige Kommabacillen. +
- 36 Stunden	Fast Reincultur von Kommabacillen. Kein Blut. +++
- 50 Stunden	Wenig Epithel. Kein Blut. Ziemlich viele Kommabacillen. ++

Nr.	Name	Geschlecht	Alter Jahre	Wann erkrankt	Wann gestorben
23	Jowahir (Hindu)	männlich	30	16. März 5^h a. m.	18. März 8^h a. m.
24	Preo (Hindu)	„	30	17. „ Nachts	19. „ 2^h p. m.
25	Kali charau (Hindu)	„	Jüngl.	18. „ 4^h p. m.	20. „ 6^h a. m.
26	Shaik Jooptoinn	„	„	20. „	22. „ 12^h a. m.
27	Name Bama	„	40	21. „ Nachts	22. „ 4^h p. m.
28	Bahador (Hindu)	„	32	21. „ 6^h p. m.	26. „ 9^h p. m.
29	Boykanto	„	28	22. „ 3^h p. m.	26. „ 2^h a. m.
30	Samsuto	„	14	26. „ Nachts	26. „ 7^h p. m.
31	Jonglies	„	27	—	27. „
32	Ramdiu (Hindu)	„	35	27. „ a. m.	28. „ 8^h p. m.
33	Bhojabutt (Hindu)	weiblich	—	28. „ 1^h a. m.	28. „ 5^h p. m.
34	Nemia (Hindu)	„	—	30. „ 10^h a. m.	1. April 6^h a. m.
35	Maikindo (Hindu)	„	16	31. „ 10^h a. m.	1. „ 11^h a. m.
36	Hoolash (Hindu)	männlich	Jüngl.	31. „ 8^h a. m.	31. März 3^h p. m.
37	Hari (Hindu)	„	18	1. April Morgens	3. April Mitternacht
38	Bipin (Hindu)	„	„	1. „ Abends	3. „ 12^h p. m.
39	Chandy (Hindu)	„	„	2. „ 10^h a. m.	3. „ 12^h p. m.
40	Gogi (Hindu)	„	55	2. „ 6^h a. m.	2. „ 5^h p. m.
41	Madau (Hindu)	„	28	3. „ 3^h a. m.	3. „ 12^h a. m.
42	Dogur Nath (Hindu)	„	40	4. „ 12^h p. m.	5. „ 4^h p. m.
43	Dullow (Hindu)	„	45	5. „ 8^h p. m.	6. „ 8^h p. m.
44	Luhmonia	—	3	5. „ 6^h a. m.	8. „ 5^h a. m.

; der Krankheit	Mikroskopischer Befund.
51 Stunden	Wenig Epithel. Kein Blut. In den Flocken zahlreiche Kommabacillen. + +
- 50 Stunden	Sehr viele rothe Blutkörperchen. Wenig Epithel. Neben sehr vielen anderen Bacterien spärlich Kommabacillen. +
38 Stunden	In einigen Präparaten reichlich rothe Blutkörperchen, in andern keine. Wenig Epithel. Ziemlich zahlr. Kommabacillen. + +
- 60 Stunden	Wenige Kommabacillen. Sehr viele rothe Blutkörperchen. Keine Epithelzellen. +
- 40 Stunden	Reichlich Epithel. Kein Blut. In den Flocken Kommabacillen in reicher Anzahl. + +
123 Stunden	Sehr wenige Kommabacillen. Wenige Epithelzellen. Vereinzelte rothe Blutkörperchen. +
83 Stunden	Wenige Kommabacillen. Wenige rothe Blutkörperchen. Vereinzelte Epithelzellen. +
- 19 Stunden	Wenige Kommabacillen. Sehr viele Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. +
ıch der Aufnahme	Kommabacillen in Schleimflocken in grösserer Menge. Sehr viele Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + +
- 32 Stunden	Spärliche Kommabacillen. Keine Epithelzellen. Wenige rothe Blutkörperchen. +
16 Stunden	Keine Kommabacillen. Keine Epithelzellen. Wenige rothe Blutkörperchen. ?
44 Stunden	Vereinzelte Kommabacillen. Wenige zerfallene rothe Blutkörperchen, sowie Epithelzellen. +
. n. d. Aufnahme	Wenige Kommabacillen. Wenige Epithelzellen. Reichlich rothe Blutkörperchen. +
7 Stunden	Reincultur von Kommabacillen. Sehr viele Epithelzellen. Sehr wenig Blut. + + +
- 72 Stunden	Sehr viele rothe Blutkörperchen. Verschiedene Bacterien in grosser Zahl. Kommabacillen fraglich. ?
- 54 Stunden	Viele rothe Blutkörperchen. Sehr viele verschiedene Bacterien. Kommabacillen fraglich. ?
38 Stunden	Sehr viele verschiedene Bacterien. Viele rothe Blutkörperchen. Wenige Kommabacillen. +
- 11 Stunden	Reichlich Kommabacillen. Keine Epithelzellen. Sehr viele rothe Blutkörperchen. + +
9 Stunden	Wenige Kommabacillen. Keine Epithelzellen. Wenige rothe Blutkörperchen. +
16 Stunden	In einem Präparat in den Flocken Reincultur von Kommabacillen, in den anderen spärliche neben Blut und Epithel. + + +
24 Stunden	Rothe Blutkörperchen. Spirochaeten. Viele andere Bacterien, darunter charakteristische Kommabacillen in geringer Zahl. +
71 Stunden	Wenig Blut. Spärlich Epithel. Kommabacillen in geringer Zahl in Flocken. +

Nr.	Name	Geschlecht	Alter Jahre	Wann erkrankt	Wann gestorben
45	Ihumon (Hindu)	männlich	36	6. April 10h a. m.	7. April 1h a. m.
46	Kuknowu (Hindu)	„	—	8. „ a. m.	8. „ 1h p. m.
47	Gungaram (Hindu)	„	60	8. „ p. m.	10. „ 4h a. m.
48	Bidhu Mookhy (Hindu)	weiblich	70	8. „ Nachmittags	9. „ 6h p. m.
49	Nela Sing (Hindu)	männlich	45	8. „ Nachts	9. „ 3h p. m.
50	Durbally (Hindu)	„	35	10. „ 6h a. m.	11. „ 6h a. m.
51	Akla (Hindu)	weiblich	—	12. „ 4h a. m.	12. „ 1h p. m.
52	Durga Claru (Hindu)	männlich	40	12. „	15. „ 10h a. m.
53	Parma (Hindu)	„	35	15. „ 2h a. m.	15. „ 2h p. m.
54	Munsary (Hindu)	„	40	14. „ a. m.	17. „ 4h p. m.
55	Menajoddi (Muhamedaner)	„	30	16. „	17. „ 4h p. m.
56	Akhoy (Hindu)	„	28	16. „ 12h a. m.	17. „ 6h p. m.
57	Nitai	—	26	19. „ 4h a. m.	19. „ 2h p. m.
58	Konodos (Hindu)	männlich	30	17. „	19. „ 11h a. m.
59	Kurum (Muhamed.)	„	30	29. „ a. m.	30. „ 6h a. m.
60	Gopiram (Hindu)	„	36	29. „ 12h a. m.	30. „ 6h a. m.
61	Gungadun (Hindu)	„	25	30. „ a. m.	2. Mai 5h p. m.
62	Ojhala	weiblich	20	6. Mai a. m.	7. „ 5h a. m.
63	Bhola Nath (Hindu)	männlich	30	5. „ 6h a. m.	7. „ 5h a. m.
64	Bhikook (Hindu)	weiblich	27	9. „ a. m.	10. „ 5h p. m.
65	Hari Bhiwa	„	42	8. „ a. m.	10. „ 6h a. m.
66	Mathai (Hindu)	männlich	40	8. „ p. m.	10. „ 7h a. m.

…er der Krankheit	Mikroskopischer Befund.
15 Stunden	Kein Blut. Wenig Epithel. In den vielen Flocken fast Reincultur von Kommabacillen. + + +
– 20 Stunden	Kein Blut. Viel Epithel. Fast Reincultur von Kommabacillen. + + +
– 40 Stunden	Etwas Blut. Wenig Epithel. Spärlich Kommabacillen. +
26 Stunden	Wenig Blut. ziemlich reichlich Epithel. Spärlich Kommabacillen. +
20 Stunden	Kein Blut. Vereinzelte Kommabacillen. +
24 Stunden	Kein Blut. Wenig Epithel. In den Flocken ziemlich viele Kommabacillen. + +
9 Stunden	Reichliche Kommabacillen, besonders in Schleimflocken. Reichlich wohl erhaltene Epithelzellen. Vereinzelte rothe Blutkörperchen. + +
– 58 Stunden	Wenige Kommabacillen. Keine Epithelzellen. Wenige rothe Blutkörperchen. +
12 Stunden	Reincultur von Kommabacillen. Viele wohl erhaltene Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + + +
– 88 Stunden	Reichliche Kommabacillen. Viele Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + +
– 10 Stunden	Vereinzelte Kommabacillen. Keine Epithelzellen. Sehr wenige rothe Blutkörperchen. +
30 Stunden	Häufige Kommabacillen in Zügen. Vereinzelte Epithelzellen. Wenige rothe Blutkörperchen. + +
40 Stunden	Mässige Menge Kommabacillen, aber fast in Reincultur. Viele Epithelzellen. Wenige rothe Blutkörperchen. + +
– 59 Stunden	Wenige Kommabacillen. Vereinzelte Epithelzellen. Viele rothe Blutkörperchen. +
– 30 Stunden	Viele Kommabacillen. Wohl erhaltene Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + +
18 Stunden	Vereinzelte Kommabacillen. Reichliche Epithelzellen. Blut nicht zu erkennen. (Präparat verdorben). +
…ber 60 Stunden	Viele rothe Blutkörperchen. Neben sehr vielen anderen ziemlich viele Kommabacillen. Viele wohl erhaltene Epithelien. + +
– 29 Stunden	Reichlich Kommabacillen in Schleimflocken. Wohl erhaltene Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + +
47 Stunden	Reichlich Kommabacillen. Wenige Epithelzellen. Sehr viele rothe Blutkörperchen. + +
– 41 Stunden	Wenige Kommabacillen. Keine Epithelzellen. Sehr viele rothe Blutkörperchen. (Präparat verdorben). +
– 54 Stunden	Wenige undeutliche Kommabacillen. Sehr viele Epithelzellen. Vereinzelte rothe Blutkörperchen. (Präparat verdorben). +
– 43 Stunden	Kommabacillen fraglich. Keine Epithelzellen. Vereinzelte rothe Blutkörperchen. (Präparat verdorben). ?

Nr.	Name	Geschlecht	Alter Jahre	Wann erkrankt	Wann gestorben
67	Golapy (Hindu)	weiblich	15	9. Mai a. m.	10. Mai 5h p. m.
68	Jeffer (Muhamedaner)	männlich	60	9. „ a. m.	9. „ 9h p. m.
69	Poymbati (Hindu)	„	40	28. Juni 7h p. m.	29. Juni 5h a. m.
70	Kala Nath (Hindu)	—	—	5. Juli a. m.	5. Juli 8h p. m.
71	Demockamar (Hindu)	männlich	60	7. „ 8h p. m.	8. „ 5h p. m.
72	Gungaram (Hindu)	„	40	18. „ Früh	19. „ 8h a. m.
73	Luckli (Hindu)	weiblich	38	29. „ Mittags	30. „ 11h a. m.
74	Blicku (Hindu)	männlich	36	2. Sept. 8h a. m.	8. Sept. 2h a. m.
75	Shile Prasad (Hindu)	„	16	5. „ 8h p. m.	6. „ 5h a. m.
76	Jugudis (Hindu)	„	24	27. Novbr. a. m.	29. Nov. 6h p. m.
77	Jarangy (Hindu)	„	Jüngl.	27. „ a. m.	30. „ 9h a. m.
78	Bipro Dass (Hindu)	„	56	30. „ a. m.	30. „ 5h p. m.
79	Madau (Hindu)	„	25	15. December	17. Dec. 4h p. m.
80	Bchory (Hindu)	„	18	20. „ Früh	21. „ 2h p. m.
81	Sookari (Hindu)	„	50	28. „ „	29. „ 5h p. m.
82	Chatran (Hindu)	„	25	1886. 20. März 12h a. m.	22. März 5h p. m.
83	Jaraguddi (Muhamedaner)	„	25	21. „ 9h a. m.	21. „ 5h p. m.
84	Pratai (Hindu)	„	40	25. „ 7h a. m.	26. „ 6h a. m.
85	Ramu (Hindu)	„	40	26. „ a. m.	26. „ 8h p. m.
86	Moula Sing	—	—	15. April 6h a. m.	15. April 6h p. m.
87	Bhudda (Hindu)	männlich	35	22. „ a. m.	22. „ 5h p. m.
88	Rosen Ali (Muhamedaner)	„	35	30. „ a. m.	30. „ 4h p. m.
89	Chondroo (Hindu)	„	40	12. Mai 4h a. m.	12. Mai 5h p. m.
90	Rama Nath (Hindu)	„	28	4. Juni.	4. Juni 6h p. m.

...r der Krankheit	Mikroskopischer Befund.
- 41 Stunden	Vereinzelte Kommabacillen. Sehr wenig Epithelzellen. Reichlich rothe Blutkörperchen. +
- 21 Stunden	Wenige Kommabacillen. Vereinzelte Epithelzellen. Wenige rothe Blutkörperchen. +
...stens 11 Stunden	Häufige Kommabacillen in Schleimflocken. Reichlich wohlerhaltene Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + +
- 20 Stunden	Vereinzelte Kommabacillen. Viele Epithelzellen. Wenige rothe Blutkörperchen. +
...stens 26 Stunden	Zahlreiche Kommabacillen. Reichlich wohl erhaltene Epithelzellen. Vereinzelte rothe Blutkörperchen. + +
...a 30 Stunden	Mässig reichlich Epithel. Wenig Blut. Sehr viele verschiedenartige Bacterien, in den Flocken vereinzelte Kommabacillen. (Präparat schlecht conservirt). +
- 24 Stunden	Viele Mycelfäden. Kein Blut. Schlecht erhaltene Epithelzellen. Spärliche Kommabacillen. (Präparat schlecht conservirt). +
- 20 Stunden	Sehr spärlich Blut. Schlecht erhaltene Epithelzellen. Spärlich Kommabacillen. (Sehr schlecht erhaltene Präparate, viel Schimmelpilze). +
...a 15 Stunden	Spärlich Kommabacillen. Wenig Blut. (Präparat schlecht conservirt). +
- 18 Stunden	Vereinzelte Kommabacillen. Keine Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. +
- 81 Stunden	Kommabacillen nur in kleinen Haufen. Wenige Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. +
- 17 Stunden	Kommabacillen in fast vollkommener Reincultur. Reichlich wohl erhaltene Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + + +
- 60 Stunden	Ausserordentlich viele Kommabacillen. Wenige Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + +
- 38 Stunden	Viele Kommabacillen. Reichlich Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + +
- 41 Stunden	Viele Kommabacillen. Viele wohl erhaltene Epithelzellen. Keine rothen Blutkörperchen. + +
- 17 Stunden	Sehr reichlich Kommabacillen, neben wenigen anderen. Reichlich Epithel. Kein Blut. + +
- 8 Stunden	Fast Reincultur von Kommabacillen neben wenigen anderen. Viel Epithel. Kein Blut. + + +
23 Stunden	Reichlich Kommabacillen, neben wenigen anderen. Mässig reichlich Epithel. Wenig Blut. + +
- 20 Stunden	Neben wenigen anderen Bacterien fast Reincultur von Kommabacillen Viel Epithel. Wenig Blut. + + +
12 Stunden	Spärlich Kommabacillen, sehr reichlich andere. Wenig Blut. (Präparat verdorben). +
- 17 Stunden	Sehr reichlich Kommabacillen fast in Reincultur, neben wenigen anderen. Viel Epithel. Kein Blut. + + +
- 16 Stunden	Sehr reichlich Kommabacillen neben wenigen anderen. Sehr viel Epithel. Kein Blut. + +
13 Stunden	Reichlich Kommabacillen. Viel Epithel. Wenig Blut. + +
- 24 Stunden	Reichlich Kommabacillen neben wenigen anderen. Sehr viel Epithel. Kein Blut. + +

Vergleichen wir weiterhin die in Krankheitsdauer mit der Menge der in jedem Falle constatirten Kommabacillen, so finden wir, dass von 13 Fällen „Reincultur" 12 innerhalb der ersten 24 Stunden, einer innerhalb 30 Stunden gestorben waren; von 32 Fällen „reichliche Kommabacillen" dauerte die Krankheit bis zu 24 Stunden 13 mal, bis zu 48 9 mal, bis zu 72 4 mal, bis zu 96 2 mal, unbestimmbar war die Krankheitsdauer in 4 Fällen; von den 38 Fällen „wenige Kommabacillen" dauerte die Krankheit bis zu 24 Stunden 13 mal, bis zu 48 12 mal, bis zu 72 6 mal bis zu 96 4 mal, bis zu 120 1 mal, bis zu 123 1 mal, einer wurde entlassen.

1. Die mikroskopische Untersuchung allein genügt demnach in den meisten Fällen, die Anwesenheit der Kommabacillen im Inhalt des Choleradarmes festzustellen.

2. Auch bei ganz acutem Verlaufe der Cholera werden die Kommabacillen stets im Darminhalte gefunden.

3. Im Allgemeinen ist die Menge der Cholerabacterien eine um so grössere, in je früherem Stadium der Krankheit der Tod eintritt; erfolgt der Tod nach längerer Dauer der Krankheit, so ist die Menge der Cholerabacterien auch eine geringere.

4. Stirbt der Kranke nicht im Choleraanfalle selber, sondern an einer demselben sich anschliessenden Krankheit (Choleratyphoid), so können die specifischen Cholerabacterien vollständig fehlen.

Am Schlusse unserer Mittheilung möchten wir noch auf die diesbezüglichen Untersuchungen Emmerich's zurückkommen, der auch betreffs dieser Gesichtspunkte zu wesentlich anderen, von denen der übrigen Forscher abweichenden Anschauungen gelangt ist.

Zunächst äussert[1] er sich über den bacteriologischen Befund bei Choleradejectionen folgendermaassen:

„Auch eine andere, allgemein verbreitete Ansicht ist unrichtig, nämlich die, dass die Koch'schen Vibrionen die einzigen kommaförmigen Pilze der Choleradejectionen seien.

Bis jetzt hat noch Niemand darauf hingewiesen, dass ausser den Koch'schen Kommabacillen noch mehrere andere kommaförmige Vibrionen im Cholerastuhl und im Darminhalte von Choleraleichen häufig vorkommen.

Koch selbst äussert sich nicht über diese diagnostisch vielleicht gleichfalls verwerthbaren Kommabacillen.

---

[1] Untersuchungen über die Pilze der Cholera asiatica. *Archiv für Hygiene.* Bd. III. Hft. 3 u. 4. S. 295.

Es giebt überhaupt kaum eine Krankheit, bei welcher in den Dejectionen eine so grosse Menge von sehr verschiedenartigen Vibrionen und Spirillen vorhanden ist, wie in manchen Dejectionen von Cholerakranken.

Stets in vorherrschender Zahl trifft man die auch in den inneren Organen vorhandenen Kurzstäbchen, dann ausserdem mehrere Spirillenformen, kurze sehr dicke, lange und dicke, sehr feine kurze und feine lange Spirillen, flachere und steilere Schrauben, sowie kommaförmige Vibrionen, deren Länge die der Koch'schen Kommabacillen um das Doppelte bis Dreifache übertrifft. Ausserdem finden sich Vibrionen, die den Koch'schen sehr ähnlich sind, aber fein zugespitzte Enden haben."

Zum Beweise aller dieser Behauptungen bringt Emmerich nur eine Zeichnung bei.

„Eingehende, auf zahlreiche Fälle, so fährt Emmerich fort, ausgedehnte Untersuchungen werden vielleicht zeigen, dass ausser den Koch'schen Vibrionen auch noch andere Spaltpilze stete Bewohner des Cholera-Darmes seien."

Emmerich sagt also, dass ausser den Koch'schen Kommabacillen „noch andere kommaförmige Vibrionen" im Cholerastuhle u. s. w. häufig vorkommen.

Nun haben über eine solche Beobachtung die eben angeführten Forscher niemals etwas mitgetheilt; vermuthlich doch nur aus dem Grunde, weil sie von diesen verschiedenartigen Vibrionen und Spirillen nichts zu entdecken im Stande waren. Zudem hat kein einziger Forscher angegeben, dass den Choleraspirillen ähnliche gekrümmte Spirillenformen in wirklich nennenswerther Menge im Darmsecrete bei Cholera auftreten; eine Thatsache, die wir auf Grund unserer zahlreichen Untersuchungen nur bestätigen können. Was aber das auffallendste an diesem ganzen Berichte ist: Emmerich hat offenbar niemals Culturen von diesen „sehr verschiedenartigen Vibrionen u. s. w." zu Stande gebracht; wenigstens ist nirgends solcher Culturen Erwähnung gethan. Er verfällt also in denselben Fehler, den seiner Zeit Lewis begangen hat, als er nur auf Grund mikroskopischer Untersuchungen den im Mundschleim vorkommenden gekrümmten Bacillus für identisch mit dem Kommabacillus der Cholera asiatica erklärte. Die Kritik, welche Lewis von Seiten Koch's zu Theil wurde, und der Tadel, dass eine solche Art der Forschung, welche die Fortschritte der bacteriologischen Untersuchungsmethoden einfach vernachlässige, unzulässig sei, trifft Emmerich daher in verstärktem Maasse.

Noch grösseres Erstaunen als die oben wiedergegebenen Sätze musste die Behauptung Emmerich's hervorrufen, „dass auch im normalen Darme die Koch'schen Vibrionen vorkommen" (S. 358 a. a. O.).

Diese Behauptung ist geradezu falsch.

Die Thatsache, dass der Koch'sche Kommabacillus ausschliesslich bei Cholera asiatica vorkomme, wird sogar von Buchner, dem enragirtesten Gegner der Koch'schen Lehre von der Aetiologie der Cholera zugegeben mit den Worten: „die Behauptung Koch's, dass der von ihm aufgefundene Vibrio dem Choleraprocess ausschliesslich eigenthümlich sei, steht bis jetzt unerschüttert fest (S. 438 a. a. O.)." Jedenfalls wird man die in einer Bemerkung zu obiger Behauptung von Emmerich hinzugefügte Angabe, dass die „Genese" von Kommabacillen im Choleradarme durch die Beobachtung des Vorkommens von zierlichen starkgekrümmten Vibrionen in dem mucinreichen Kothe der Wald- und Weinbergschnecke in gewisser Weise beleuchtet werde, nicht als Beweis ansehen können. Ganz abgesehen davon, dass hier wieder die Kommabacillen der Cholera ohne weiteres in Beziehung zu den Vibrionen des Schneckenkothes gebracht werden, dürften für die „Genese" von Kommabacillen die fäulnisswidrigen Eigenschaften des mucinreichen Transsudates in keiner Weise eine Erklärung zu liefern im Stande sein, höchstens doch nur für eine ungehinderte fernere „Entwickelung" der in dieser ihnen zusagenden Nährflüssigkeit vorhandenen gekrümmten Bacillen.

Noch eine weitere Angabe von Emmerich bedarf der Erörterung.

Am Schlusse seiner ersten Mittheilung[1] schreibt er wörtlich Folgendes:

„Auf den Darmbefund bei menschlicher Cholera wirft die Beobachtung einiges Licht, dass nach Injection der (Neapler) Cholerabacterien unter die Haut oder in die Lungen die 10 oder 15 normal im Meerschweinchendarme vorkommenden Pilze verschwinden, während in den pathologischen Darmsecreten kommaförmige Bacillen und Spirillen auftauchen, schliesslich aber nur einige Arten übrig bleiben."

Der Sinn dieses Satzes ist nicht ganz leicht zu verstehen.

„Die Spaltpilze des normalen Meerschweinchendarmes verschwinden; dafür treten (anfänglich?) kommaförmige Bacillen und Spirillen (in grösserer Anzahl?) auf, schliesslich bleiben nur einige Arten von kommaförmigen Bacillen und Spirillen übrig."

Die eingeklammerten Worte ergeben sich aus dem Sinne des Citates und sind von uns hinzugefügt, um die Widersprüche die in dem so gefassten Satze enthalten sind, noch deutlicher zu machen.

Leider hat Emmerich in der ausführlichen Arbeit dieser Beobachtung kein weiteres Wort gewidmet, was sie wohl verdient hätte, so dass wir uns an den obigen kurzen Satz halten müssen.

---

[1] Ueber die Cholera in Neapel u. s. w. *Archiv für Hygiene.* Bd. II. S. 422.

Wann hat Emmerich dieses Auftauchen von kommaförmigen Bacillen u. s. w. beobachtet? Hat er von seinen Versuchsthieren einige vorzeitig getödtet, um diese Beobachtung zu machen?

„Schliesslich", das soll doch wohl heissen, nach dem Tode des Thieres bleiben nur einige Arten übrig? Wie hat er constatirt, dass diese angeblich auftretenden kommaförmigen Bacillen verschiedene Arten sind? Nur durch die mikroskopische Untersuchung? Und wie stellt sich Emmerich diesen ganzen Vorgang vor? Soll dieser Satz etwa so zu verstehen sein, dass die Neapler Bacterien, die ja bekanntlich Stäbchen sind, bei ihrem Uebergange in den Darm sich komma- oder spirillenförmig krümmen und verändern? Oder aber verändern sich von den 10—15 normal im Meerschweinchendarme vorkommenden Spaltpilzarten einige in Komma's und Spirillen? Eine andere Möglichkeit der Genese ist doch nicht vorhanden. Wie aber auch Emmerich sich aussprechen mag; mit dieser Behauptung stellt er alles, was die bacteriologische Forschung in den letzten Jahren an sicheren Thatsachen über die Constanz der Arten der Bacterien beigebracht, in Abrede und öffnet der ungezügelten Speculation auf diesem Gebiete wieder Thür und Thor, welche Dank der sorgsamen, vorsichtig in ihren Schlüssen sich bewegenden Arbeiten der ätiologischen Forschung der Infectionskrankheiten für immer verbannt und ausgeschlossen schien.

Die Beziehungen der Bodencapillarität zum Transport von Bacterien.

Von

Dr. A. Pfeiffer
in Wiesbaden.

In einem Vortrage „Experimentelles zur Theorie der Grundwasserschwankungen", welchen Soyka in der *Prager medicinischen Wochenschrift* Nr. 28 und 31 1885 veröffentlichte, berichtet derselbe über Versuche, die er zum Zweck der Aufklärung der Frage vornahm, ob der Capillarstrom, der durch Verdunstung des Wassers beim Austrocknen des Bodens an der Oberfläche von unten nach aufwärts sich etablire, und je nach der physikalischen Beschaffenheit des Bodens ziemlich kräftig sein solle, im Stande wäre, suspendirte Stoffe, speciell aber auch Mikroorganismen mit sich fortzuführen und an der Oberfläche des Bodens abzusetzen. Trotzdem, wie Soyka selbst sagt, eine experimentelle Prüfung dieser Frage kaum ein günstiges Resultat erwarten liess, bewogen gewisse Gründe (welche? Pf.) Soyka, dennoch Versuche hierüber anzustellen.[1] Seine Versuchsanordnung war folgende:

„Ein Glasrohr von 1·5 ^{cm} Durchmesser und ca. 30 ^{cm} Länge, welches durch Ansätze beliebig verlängert werden konnte, war etwa 3 ^{cm} unterhalb seines oberen Endes mit einer birnförmigen Hülle derart umgeben, dass ein Theil des Glasrohres noch ca. 3 ^{cm} in die Ausbauchung der Birne hineinragte, so dass zwischen dem Glasrohr und der birnförmigen Umhüllung ein Hohlraum sich befand, welcher Flüssigkeiten und auch feste

---

[1] Ich sehe mich veranlasst, die ganze Schilderung der Versuche hier mit den eigenen Worten Soyka's wiederzugeben, da eines Theils die *Prager medicinische Wochenschrift* nicht Jedermann leicht zugänglich sein dürfte, und andern Theils hierdurch etwaigen Einwänden gegen die Darstellung am wirksamsten begegnet wird

Stoffe (Nährmaterial für niedere Organismen) aufnehmen konnte, die dann bis an die obere Oeffnung des Glasrohres hineinreichten. Diese birnförmige Umhüllung hatte einen Durchmesser von ca. 5^{cm}, und lief in eine 5^{cm} lange, 1·5^{cm} weite Röhre aus. Das ursprüngliche Glasrohr wurde nun mit irgend einer Bodenart angefüllt, diese an ihrem oberen Ende zu einer Kuppe aufgeschichtet, so dass eine heftigere Bewegung, ein Herausschleudern von Boden und ein Gelangen derselben in das an der Birne befindliche Nährmaterial bewirkte. Die in die umhüllende Birne eingefüllte Nährflüssigkeit wurde dem jeweiligen Versuchsmaterial angepasst, sie bestand entweder aus Fleischextract, Heuinfus oder aus Nährgelatine, Fleischextractpeptongelatine oder aus Kartoffelbrei u. s. w. Das obere Ende der Birne wurde sodann mit einem pilzdichten Wattepfropf verschlossen, über welchen noch ein Glasgefäss umgestülpt wurde, um das Auffallen von Pilzen zu vermeiden; der ganze Apparat wurde sodann durch Erhitzen im Dampftopf sterilisirt, nach der Herausnahme aus dem Dampftopf und nachdem constatirt werden konnte, dass spontan in diesem Nährmaterial sich keine Pilze entwickelten, dass dasselbe wirklich keimfrei sei, wurde dieses Rohr mit seinem unteren Ende in eine Flüssigkeit getaucht, in welcher sich bestimmt charakterisirte Organismen vorfanden. Man konnte nun constatiren, dass die Flüssigkeit sofort im Boden bis zu einer gewissen Höhe sich erhob, dieses ziemlich rapide Steigen aber bald aufhörte, dagegen allmählich ein weiteres Vordringen in die Höhe stattfand. Nach einigen Stunden, bez. Tagen war nun die Flüssigkeit bis zu der Kuppe angelangt und nun konnte man die Organismen mitunter sofort ohne weitere Procedur auf oder in dem Nährsubstrat sich entwickeln sehen, indem die Flüssigkeit mit dem Organismencapillar an der Glaswand bis in die Nährlösung weiter ging, oder aber dieser Fall trat rasch ein, nachdem man durch ein leichtes Schütteln etwas Boden von der Kuppe in die Nährlösung geschleudert hatte.

In diesem Falle war nun ein anderer Weg für die Organismen als durch den Boden hindurch ausgeschlossen, und dort, wo mit festem Nährboden, Gelatine oder Kartoffeln experimentirt wurde, konnte auch schon der blosse Anblick der Cultur, die Identität der in dem Nährmaterial entwickelten Organismen mit den in der unteren Flüssigkeit vorhandenen feststellen (wenn z. B. Heupilze oder Micrococcus prodigiosus gewählt wurden). Verunreinigungen aus der Luft waren durch die Versuchsanordnung vollständig ausgeschlossen, sie hätten eben nur durch den Boden auf capillarem Wege aufsteigen müssen. Es mussten also die Organismen in Folge des capillaren Aufsteigens der Flüssigkeit bis an die Oberfläche des Bodens gelangt sein. Es war hierbei nur noch zwei Einwänden zu begegnen. Man hätte sagen können, diese Organismen seien

nicht vermöge der Capillarität des Wassers nach oben gelangt, sondern sie sind nach oben durchgewachsen, wie dies mitunter bei manchen Filtern vorkommt. Um diesem Einwande zu begegnen, wurde mit den pilzhaltigen Flüssigkeiten in einem Stadium experimentirt, wo sämmtliches Wachsthum der Pilze in der Flüssigkeit aufgehört hatte, dieselben aber nicht abgestorben waren, sondern in geeignete Nährsubstrate verbracht sich wieder vermehrten. Aber noch ein anderer Einwand konnte auch diesen Versuchen gegenüber gemacht werden. Wohl waren die Nährlösungen, in welchen sich die Pilze befanden, erschöpft, und nicht mehr geeignet ein Wachsthum der Pilze zu ermöglichen. Aber es war noch zu bedenken, dass der natürliche Boden Salze und andere Stoffe enthält. welche die Nährlösung bei ihrem Aufsteigen chemisch alteriren und nun wieder für ein weiteres Wachsthum der Pilze geeignet machen konnten. Deshalb wurde schliesslich ein vollkommen indifferentes Material zu diesen Versuchen genommen, künstlich sorgfältig gereinigte Glasperlen oder Glaspulver, von denen man sicher sein konnte, dass sie nichts in die Flüssigkeit, die von ihnen capillar gehoben wurde, abgeben. Der Umstand nun. dass auch mit diesem Material die Versuche mit demselben günstigen Resultate vorgenommen wurden, bestätigt die bereits früher gewonnenen Ergebnisse, und es geht also daraus hervor, dass in der That durch capillares Aufsteigen der Flüssigkeit Pilze aus einer gewissen Tiefe an die Oberfläche gelangen können.“

Soweit Soyka. Was nun in erster Linie bei dieser Versuchsanordnung und demnach auch bezüglich der auf Grund dieser Versuche erlangten Resultate Bedenken erregen musste, war der Umstand, dass bei dem zu den Versuchen verwendeten Apparate so wenig Rücksicht auf die natürlichen Verhältnisse, wie sie im Boden thatsächlich liegen müssen. genommen wurde. Man kann doch meiner Ansicht nach überhaupt keinen Schluss auf die natürlichen Capillaritätsverhältnisse einer Bodenart aus Versuchen ziehen, die in Röhren von $1^1/_2$ cm Durchmesser vorgenommen wurden, wo die Capillarität der Glaswandung unbedingt einen bedeutenden Einfluss auf das Aufsteigen der Flüssigkeit ausübt, wovon ich mich sehr bald bei meinen Versuchen in solchen engen Röhren überzeugen konnte. Dieser Punkt war von vornherein geeignet, die Schlüsse, die Soyka von seinen Röhrenexperimenten auf den Boden zu übertragen suchte, als nicht zutreffend erscheinen zu lassen. Trotzdem wurden von mir, allerdings unter einer durchaus anderen Versuchsanordnung, zur Darstellung der Capillaritätserscheinungen und -Wirkung in mit Erde gefüllten Röhren nachstehend beschriebene Versuche vorgenommen, lediglich aber zu dem Zweck, die Angaben Soyka's zu widerlegen, da, wie ich ausdrücklich noch einmal hervorheben muss, ein Schluss aus solchen Ex-

perimenten auf die natürlichen Verhältnisse meiner Ansicht nach unstatthaft ist.

Um nun nicht in denselben Fehler wie Soyka zu verfallen, und dem Einwand der zu engen Versuchsgefässe zu begegnen, mussten also Gefässe mit grösserem Durchmesser zur Anwendung kommen, und schienen mir die ca. 15 cm hohen und 5 cm weiten Standgläser, wie sie Koch anfänglich zu Luftuntersuchungen verwandte, am geeignetsten. Durch Vorversuche hatte ich mich überzeugt, dass die Bodencapillarität in völlig trockener, ausgeglühter, feingesiebter Gartenerde (Gemisch aus Sand, Thon, Quarzstückchen und gebrannten Thonziegelsteinen) bei einem Röhrendurchmesser von 3 cm erst nach sieben Monaten das Wasser, in welches die Röhre mit ihrem unteren Ende tauchte, einen Meter hoch zu heben im Stande war.[1] Ich konnte also bei meinen Versuchen von vornherein auf bedeutend niedrigere Bodensäulen zurückgehen, und zwar arbeitete ich Anfangs mit 10 cm hohen Bodenschichten, ging aber bald, da hier die Resultate negativ ausfielen, auf 5 cm Bodenhöhe herab, allerdings ohne dass es auch bei diesem, doch gewiss kurzem Wege, dem Capillarwasser jemals gelungen wäre, einen der zum Versuch gewählten Mikroorganismen bis auf die Oberfläche der Schicht zu transportiren. Dieses negative Resultat konnte nun eventuell seinen Grund darin haben, dass die Bacterien in den Aufschwemmungen mit steriler $^1/_2$ procentiger Kochsalzlösung in der Zeit des Versuches abgestorben waren. Wenn bei der kurzen Zeit, die das Wasser nöthig hatte, um in den Versuchsgefässen die Oberfläche der Bodenschicht zu erreichen, ein Absterben der Bacterien übrigens kaum zu erwarten war, schien es mir doch opportnn eine anders beschaffene Flüssigkeit zu den Versuchen zu benutzen, da ich gefunden hatte, dass in der Kochsalzlösung von der erwähnten Stärke sich einzelne Bacterien, wie Prodigiosus, Bacillus fluorescens, Milzbrand ohne Sporen u. s. w., nicht mit der für eine einwandsfreie Durchführung der Versuche nothwendigen Constanz und Dauer erhielten. Da ich glaubte, dass die Bacterien in der Kochsalzlösung aus Mangel an Nahrung so schnell, manche schon nach drei Tagen zu Grunde gegangen waren, so benutzte ich ein Pumpbrunnenwasser, das immer eine grosse Zahl der verschiedensten Bacterien führte, wie ich selbst und andere bei mir arbeitende Herren häufig constatirt hatten, durchschnittlich 100 000 Colonieen im Cubikcentimeter, demnach doch geeignet sein musste, den Bacterien mindestens einen günstigen Aufenthaltsort zu ihrer Erhaltung zu gewähren. Dieses Wasser

[1] Auch bei diesem Versuche gelangte der Bacillus prodigiosus, welcher in ständig erneuerter Aufschwemmung dem Wasser, in dem die Röhre stand, zugefügt wurde, nicht an die Oberfläche der meterhohen Bodenschicht.

wurde filtrirt, an fünf auf einander folgenden Tagen in strömendem Wasserdampf sterilisirt und von mir ausschliesslich zu den unten angeführten Versuchen benutzt. Dass dies Wasser thatsächlich im Stande ist, auch nach dem Filtriren und Sterilisiren den in dasselbe verbrachten reincultivirten Bacterienarten mindestens ihre Existenz zu fristen, wahrscheinlich aber sogar Anfangs eine wenn auch nicht sehr lebhafte Vermehrung zu gestatten, geht aus den nach dieser Seite hin ebenfalls als Vorversuche angestellten Experimenten hervor, nach welchen sich die meisten der später zu den Versuchen benutzten, sowie eine Zahl anderer Bacterien geraume Zeit in dem Wasser am Leben erhielten. Nur der Bacillus der Gaffky'schen Kaninchensepticämie starb darin nach kurzer Zeit. Als sich der Bacillus Typhi mit Sporen bereits vier Monate in diesem Wasser entwicklungsfähig erhalten hatte, musste dieser, sowie eine Reihe anderer Versuche aus äusseren Gründen unterbrochen werden.

Für Cholera asiatica dagegen konnte ich constatiren, dass dieselbe in dem Wasser noch nach sieben Monaten völlig entwicklungsfähig geblieben war, und dass es bei dem kräftigen Wachsthum, das sie nach dieser Zeit noch zeigte, den Anschein hat, als könnte sie dort noch länger ihre Lebensfähigkeit bewahren. Was nun die Versuche selbst betrifft, so wurden dieselben in folgender Weise angeordnet. In den Boden der obenerwähnten Standgläser wurde mit Hülfe einer dreikantig zugeschliffenen, gut gehärteten Stahlfeile unter ständiger Benetzung mit einer Lösung von Campher und Terpentin ein Bohrloch gemacht, welches bei etwa $1^1/_2$ mm Durchmesser der Flüssigkeit, in welche man das Glas auf dem Boden einsenkte, schnellen und ungehinderten Durchgang gestattete. Die so vorbereiteten Gläser wurden alsdann mit Erde, Sand, gestossenem Glas und Glasperlen, je nach dem Versuche, in Schichten von 10—5 cm Höhe, welche möglichst fest in das Glas eingestampft wurden, beschickt und mit einem pilzdichten Wattepfropf verschlossen. Das Material, mit welchem die Gläser gefüllt wurden, war jedes Mal vorher in einem Trockenschrank mehrere Stunden bei ca. 100° C. gehalten und hierdurch staubtrocken geworden.

Da, wie sich bei den ersten Versuchen herausstellte, es nicht immer leicht war zu bestimmen, ob die Flüssigkeit in der Versuchsschicht auch in der Mitte vollkommen durchgetreten sei, wurde bei den weiteren Versuchen in der Mitte der Oberfläche der Versuchsschicht ein kleines zusammengefaltetes Dreieck von Filterpapier mit seiner dünnen Spitze in den Boden, den Sand, das Glas u. s. w. eingesteckt, so dass dieselbe etwa 1 mm eindrang. War die Flüssigkeit wirklich auch in der Mitte der Versuchsschicht durchgetreten, so entfaltete sich das zusammengelegte Dreieck, sobald die Flüssigkeit dasselbe zu benetzen begann.

Die so zum Versuch fertig gestellten Glässer kamen alsdann in den Wärmeschrank, woselbst sie mehrere Stunden bei 150 ° C. verblieben. Es gelang hierdurch jedes Mal, wie die Plattenculturen ergaben, Erde, Sand, Glas u. s. w. vollkommen zu sterilisiren. Was die verschiedenen Substanzen anbelangt, welche zu den Versuchen benutzt wurden, so ist unter dem Namen Gartenerde das schon oben charakterisirte Bodengemisch zu verstehen; der Sand entstammte dem Rhein, war vorher gewaschen, von sehr wechselnder Korngrösse, welche bis zu 5—6 mm ging. Das Glas war in einem Mörser zerstossen und durch ein Haarsieb von den grösseren Partikeln befreit; die Perlen waren gewöhnliche durchbohrte Glasperlen von 1/2 bis 1 mm Durchmesser. Vor Beginn des Versuches wurden aus den verschiedenen Bacterienarten stark getrübte Aufschwemmungen in dem oben beschriebenen sterilen Wasser bereitet, die Versuchsgläser hierauf in genügend weite Bechergläser auf schmale Glasstreifen so aufgestellt, dass die Oeffnung am Boden für die Bacterienaufschwemmung leicht und vollkommen zugänglich war. Unter genügend weiten Bechergläsern sind solche zu verstehen, welche für die einzustellenden Versuchsglässer soweit Raum liessen, dass der Wasserstand in dem Becherglas nicht durch die Attraction der zu weit genäherten Wand des Versuchs- und des Becherglases beeinflusst werden konnte. Die Bacterienaufschwemmung, welche natürlich immer unzählbare Einzelindividuen enthielt, wurde hierauf in das Becherglas eingegossen und ständig auf solcher Höhe gehalten, dass die äussere Flüssigkeitsschicht mindestens 1 cm über dem Boden des Versuchsglases stand. Diese Wasserstandshöhe ist demnach jedes Mal von der Höhe der Boden-, Sand-, Glas- u. s. w. Säule in Abzug zu bringen. Nach Beendigung des Versuches wurde jedes Mal von der betreffenden Bacterienaufschwemmung eine Gelatineplatte angelegt, welche, um dies hier gleich zu erledigen, in allen Fällen die ungeschwächte Entwicklungsfähigkeit der zum Versuch verwandten Bacterienarten ergab. War die Versuchsflüssigkeit völlig durch die Versuchsschicht durchgedrungen, was mit Hülfe des oben erwähnten kleinen Dreiecks von Filtrirpapier leicht und präcis zu bestimmen war, so wurde der Versuch als beendigt angenommen, die Zeit notirt und alsdann entweder sofort oder nach 6 bez. 24 Stunden mittelst Platinöse sowohl vom Rande als der Mitte der Versuchsschicht je eine Probe derselben entnommen und nach dem bekannten Verfahren zur Platte ausgegossen. Als Nährmedium wurde ausschliesslich Fleischwasserpeptongelatine verwandt, in welcher alle zum Versuch gebrauchten Bacterienarten gut gedeihen. In umstehender Tabelle I. ist das Resultat dieser Versuche zusammengestellt, wobei ich bemerke, dass ich die Versuche mit den Glasperlen deshalb nicht aufgenommen habe, weil die Perlen die Versuchsflüssigkeit nie höher als höchstens 1 1/2 cm über

den Stand derselben im äusseren Gefässe zu heben vermochten, auch wenn statt der ca. 5 cm weiten Gefässe Reagircylinder von $1^1/_2$ cm Durchmesser genommen wurden. Ob dieser negative Ausfall an der Grösse der von mir verwendeten Perlen lag, vermag ich nicht zu beurtheilen.

Tabelle I. Versuche mit ca. 5 cm weiten Röhren.

Nummer	Bodenart	Höhe der Schicht in Cm	Weite der Röhre in Cm	Dauer des Aufsteigens in Stunden	Zeit der Anfertigung der Gelatineplatte nach dem Versuch	Bacterienart	Resultat der Gelatineplattenculturen
1	Gartenerde	10	5	$2^1/_2$	sofort	B. prodigiosus	kein Wachsthum
2	„	10	5	$1^1/_2$	„	„	„
3	„	5	$4^1/_2$	$1^1/_4$	„	„	„
4	Rheinsand	5	5	$1^1/_2$	nach 6 Stund.	„	„
5	Gartenerde	5	5	2	nach 24 St.	„	„
6	„	10	5	$1^1/_2$	sofort	B. anthracis mit Sporen	„
7	Rheinsand	10	5	2	nach 6 Stund.	B. anthracis mit Sporen	„
8	„	5	4	1	nach 24 St.	B. anthracis mit Sporen	„

Man sieht aus diesen Versuchen, dass es in keinem Falle dem durch die Capillarattraction gehobenen Wasser selbst bei Schichten von nur 4 cm Höhe gelang, Bacterien bis an die Oberfläche dieser Versuchsschichten zu transportiren. Da diese Resultate auffallend von den Soyka'schen abwichen, sah ich mich genöthigt, noch eine weitere Versuchsreihe mit ebenso weiten Röhren anzustellen wie sie Soyka benutzte. Ich verwandte hierzu Reagenscylinder von genau $1^1/_2$ cm lichter Weite, versah dieselben an ihrem Boden, und zwar etwas nach der Seite zu, mit einem Bohrloch und behandelte sie in derselben Weise, wie oben für die weiteren Gefässe bereits mitgetheilt wurde. Auch diese Versuchsreihe konnte nur in einem Falle das Resultat Soyka's bestätigen. Es war aber bei dieser Versuchsanordnung der Einfluss der Wand der Röhre auf das Heben des Wassers von so sichtlichem Einfluss, dass es für mich keinem Zweifel unterliegt, dass die Enge der Röhren bei diesem Versuche unter allen Umständen das Durchsteigen der Bacterien vermittelte, dass dieselben gar nicht die Versuchsschicht durchstiegen haben, sondern zwischen derselben und der Glaswand durchgetreten sind.

Tabelle II. Versuche mit engen Röhren.

Nummer	Bodenart	Höhe der Schicht in Cm	Weite der Röhre in Cm	Dauer des Aufsteigens in Stunden	Zeit der Anfertigung der Gelatineplatte nach dem Versuch	Bacterienart	Resultat der Gelatineplattenculturen
1	Rheinsand	10	1½	¼	sofort	B. fluorescens	Zahllose Colonieen
2	Gartenerde	10	1½	¾	„	„	kein Wachsthum
3	„	10	1½	1	nach 6 Stund.	„	„
4	„	5	1½	½	nach 24 St.	„	„
5	gestoss. Glas	10	1½	¾	sofort	B. typhi abdom.	„
6	Glasperlen	10	1½	steigt nicht auf	—	„	—

Bei allen diesen Versuchen trat, sowie der durchbohrte Boden des Reagenscylinders in die Bacterienaufschwemmung eingetaucht war, ein rapides Aufsteigen meistens aber nur an irgend einer Stelle der Glaswand auf, so dass häufig dort schon die Oberfläche der Schicht fast erreicht war, wenn an einer anderen Stelle das Wasser kaum einige Centimeter gehoben war. Namentlich auffällig war dieses Verhalten bei Versuch I. vorstehender Tabelle. Immer aber, auch bei diesem Versuch, dauerte es, nachdem die Flüssigkeit gleichmässig an den Wänden der Röhre emporgestiegen war, noch einige Zeit bis der Papierzeiger in dem Centrum der Oberfläche sich zu entfalten begann. Da nur der erste Versuch bei den engen Röhren ein positives Resultat zeigte, alle übrigen Versuche aber negativ ausfielen, so glaube ich, auf die Beschaffenheit der Versuchsschicht einige Rücksicht nehmen zu müssen. Dieselbe bestand in dem Versuch I. mit positivem Resultat, aus dem schon oben beschriebenen, sehr durchlässigen Rheinsand, welcher sich nur schlecht zusammenschütteln liess und offenbar den Bacterien, welche mit dem Wasser aufstiegen, nicht genug Oberfläche zum Absitzen bot. Der ganze Vorgang des Aufsteigens ist ja wohl nur als eine Filtration ohne Druck zu betrachten. Es wird demnach auch hierbei auf die physikalische Beschaffenheit der Versuchsschicht wesentlich ankommen. Wollen wir aber die bei diesen Versuchen für das Aufsteigen von Bacterien mittelst des Capillarstromes doch gewiss günstig genug gelegenen Bedingungen mit den natürlichen Verhältnissen vergleichen, so muss ich doch gestehen, dass für die Fortbewegung von Bacterien mit diesem angeblich im Boden vorhandenen nach oben streben-

den Capillarstrom wenig oder vielmehr gar keine Chancen vorhanden sein können.

Eine Eigenschaft gewisser Bacterien erforderte noch einige Versuche. ich meine das Vermögen derselben durch Eigenbewegung, den Ort zu verändern. Es liesse sich ja denken, dass z. B. Cholera oder Typhus durch das in einem von unten bis zur Oberfläche befeuchteten Boden vorhandene Netz von capillaren Wasserräumen mittelst ihrer Eigenbewegung sich an die Bodenoberfläche schaffen könnten und so wenigstens für diese beiden pathogenen Bacterien, deren Verbreitung ja die Pettenkofer'sche Schule namentlich von dem Boden abhängig sein lässt, die Möglichkeit gegeben wäre auf dem Wege des Capillarstromes aus der Tiefe wieder in den menschlichen Verkehr zu gelangen. Thatsächlich aber ist dies, wie bereits aus Tabelle II. Nr. 5 hervorgeht, bei den Versuchen wenigstens nicht der Fall.

Tabelle III.

Versuche mit beweglichen Bacterien in verschieden weiten Gefässen.

Nummer	Bodenart	Höhe der Schicht in Cm	Weite der Röhre in Cm	Dauer des Aufsteigens in Stunden	Zeit der Anfertigung der Gelatineplatte nach dem Versuch	Bacterienart	Resultat der Gelatineplattenculturen
1	gestoss. Glas	8	4½	2	sofort	B. typhi abdom.	kein Wachsthum
2	„	10	1½	¾	„	„	„
3	Rheinsand	9	5	2	nach 24 St.	Spir. Chol. indic.	„
4	Gartenerde	10	4½	3—4	„	„	„
5	gestoss. Glas	6	5	¾	„	„	„

Es ergiebt sich hiermit, dass auch für Typhus uud Cholera indica die Fähigkeit durch den Capillarstrom transportirt werden zu können fehlt. dass also deren lebhafte Eigenbewegung nicht im Stande ist dem Capillarstrom zu Hülfe zu kommen, sondern dass auch sie der filtrirenden Eigenschaft des Bodens unterworfen sind. Soyka ist geneigt, seine Versuche, nach welchen also die Bodencapillarität im Stande sein soll, Bacterien zu transportiren, mit der Pettenkofer'schen Grundwassertheorie in erklärende Beziehung zu bringen. Ganz abgesehen nun von meinen Versuchen und den undenkbaren Fall angenommen, die Pettenkofer'sche Grundwassertheorie sei universell richtig, scheint mir dies doch thatsächlich unzulässig. Erstens habe ich schon betont, dass man aus diesen, d. h. weder

aus den Versuchen Soyka's noch aus den meinigen, einen Schluss auf die im Boden vorhandenen Verhältnisse ziehen darf, da dieselben durchaus anders liegen als in geschlossenen Röhren von $1^1/_2$ cm und selbst von 5 cm Durchmesser. Zweitens aber widerspricht der ganzen Soyka'schen Theorie „dass einmal beim Sinken des Grundwassers in Folge der hierbei eintretenden lebhafteren Verdunstung der Feuchtigkeit in den oberen Bodenschichten, dahin sich eine erhöhte Capillarströmung aus den noch vom Grundwasser bespülten Bodenschichten etablire, welche sowohl aus dem Grundwasser selbst, als aus allen darüber gelegenen Schichten die Bacterien nach oben transportiren solle, dass dann ein anderes Mal die an der Oberfläche befindlichen Bacterien durch kräftige atmosphärische Niederschläge von der Oberfläche des Bodens wieder den tieferen Schichten oder dem Grundwasser selbst zugeführt würden", die Thatsache, dass, je weiter man in die Tiefe kommt, die Bacterien immer seltener werden, so dass das Grundwasser für gewöhnlich gar keine Keime enthält. Wäre die Soyka'sche Theorie richtig, so müsste zu irgend einer Zeit nach starken atmosphärischen Niederschlägen irgendwo einmal das Gegentheil statthaben, und die tieferen Bodenschichten und namentlich das Grundwasser selbst mehr Bacterien enthalten wie die oberen Bodenschichten. Von einem solchen Verhalten, zu dessen Beobachtung in unserem Klima doch häufig genug Gelegenheit geboten wird, ist mir wenigstens nichts bekannt.

Zweitens spricht gegen die Soyka'sche Theorie die Filtrationskraft des Bodens, welche nicht nur ein tieferes Eindringen der Bacterien für gewöhnlich unmöglich macht, sondern auch, und zwar mit noch grösserer Sicherheit, das Wiedererscheinen derselben an der Oberfläche des Bodens verhindern würde. Aufgehoben werden kann die Filtrationskraft des Bodens allerdings durch ungünstige Verhältnisse, durch zu grosse Höhe des Grundwasserstandes überhaupt, namentlich wenn hierzu noch grosse Porosität der dünnen Bodenschicht kommt.

Für gewöhnlich aber und im grossen Ganzen liegen die Verhältnisse anders, und hiermit und nicht mit den Ausnahmen müssen wir rechnen.

Ich möchte aus meinen Versuchen den Schluss ziehen:

1. Dass die Soyka'schen Röhrenversuche fehlerhaft sind, und dass der Fehler wahrscheinlich in der Enge der zu den Versuchen verwandten Röhren liegt.

2. Dass in Röhren, welche einen so weiten Durchmesser haben, dass die Wirkung der Röhrenwand auf die Capillarattraction auf ein Minimum reducirt ist, der Capillarstrom nicht im Stande ist, Bacterien nur 4 cm hoch zu heben.

3. Dass meine Versuche eher geeignet sind, aus ihren negativen Resultaten einen Rückschluss auf die natürlichen Verhältnisse im Boden zu erlauben, als die Versuche Soyka's, wenn ein solcher Schluss überhaupt zulässig wäre.

Dieser Schluss könnte aber nur zu dem Resultate kommen, dass, wenn thatsächlich ein solcher continuirlicher Capillarstrom existirt, derselbe doch nicht im Stande sein kann, Bacterien an die Bodenoberfläche zu befördern.

Was nun noch den Versuch mit dem Spirillum der Cholera indica bez. seiner Erhaltung während sieben Monaten im Wasser betrifft, so möchte ich daraus schliessen, dass diese Bacterien zur Conservirung ihrer Lebensfähigkeit nur minimale Mengen von Nährmaterial bedürfen müssen und dass ein Ueberschuss von Feuchtigkeit an sich nicht[1] im Stande ist, dieselben zu vernichten.

---

[1] Die Versuche von M. Bolton, welche dies thatsächlich nachweisen (siehe *diese Zeitschrift*, Bd. I. Hft. 1. S. 109), wurden mir erst nach Fertigstellung meiner Arbeit bekannt.

Bemerkungen zur Cholerafrage.

Von

Prof. Dr. W. Dönitz
in Berlin.

Die neueste Veröffentlichung v. Pettenkofer's: „Zum gegenwärtigen Stand der Cholerafrage“[1] veranlasst mich, einige Beobachtungen mitzutheilen, welche mir das gerade Gegentheil von dem zu beweisen scheinen, was v. Pettenkofer zu behaupten nicht müde wird, und ich beeile mich, diese von mir hauptsächlich in Japan gesammelten Thatsachen der Oeffentlichkeit zu übergeben, weil es sich hierbei keineswegs um theoretische Fragen handelt, sondern um Verhältnisse, welche beim Auftreten der Cholera für das öffentliche Wohl von der grössten Tragweite sind und ganz ausschliesslich maassgebend für das Thun und Lassen des Privatmannes sowohl wie der hygienischen Aufsichtsbehörden des Staates.

v. Pettenkofer erklärt jetzt wieder rund heraus, dass er die Desinfection der Ausleerungen Cholerakranker für ganz werthlos hält; eine Anschauung, welcher auch Hirsch auf der zweiten Choleraconferenz in Berlin Ausdruck verlieh mit den Worten: „Vorläufig lassen sich praktische Consequenzen weder aus dem, was wir von den Cholera-Pilzen bis jetzt wissen, noch aus denjenigen Voraussetzungen ziehen, welche sich an den Nachweis derselben knüpfen.“ Dieser Ansicht entsprechend hält v. Pettenkofer auch die Wäsche der Cholerakranken für ungefährlich und sagt darüber S. 349: „Wenn ich auch zugebe, dass sporadische Infectionen durch Cholerawäsche aus Choleralocalitäten möglich sind und thatsächlich vorkommen, so muss ich doch bestreiten, dass dadurch Epidemien entstehen, oder dass die Infection durch ein Entogenium und nicht durch ein Ectogenium erfolgte.“

---

[1] *Archiv für Hygiene.* Bd. IV. S. 3 ff.

Das ist eine Behauptung, auf welche schon ein Jahr vorher das natürliche Experiment die Antwort gegeben hat, und zwar in verneinendem Sinne und in folgender Weise.

Im Sommer 1885 kam ein französisches Kriegsschiff aus Tongking nach Japan und lief Nagasaki an. Einige Stunden nach Fallen des Ankers starb an Bord ein Officier an Cholera. Die Wäsche desselben wurde einem japanischen Waschmann übergeben, der zwei oder drei Tage darauf an Cholera erkrankte und am 25. Juli starb. Auch seine Frau wurde fast gleichzeitig mit ihm von derselben Krankheit dahingerafft. An diesen Fall schlossen sich sofort andere Choleraerkrankungen, und in wenigen Wochen stand die Epidemie in voller Blüthe. Sie dauerte nur bis Anfang September, also etwa sechs Wochen, war aber eine der mörderischsten, welche Nagasaki je heimgesucht. Selbstverständlich blieb sie nicht auf diesen Ort beschränkt, sondern verbreitete sich schnell längs der Küsten, indem sie zuerst die besuchtesten Hafenplätze befiel, wie Fukuoka, Shimonoseki, Kobe, Osaka u. s. w. Auch jetzt, im Sommer 1886, ist sie noch nicht erloschen. Vor ihrem Ausbruch aber war Nagasaki und, so viel ich weiss, ganz Japan wenigstens zwei Jahre lang frei von Cholera gewesen.

Darf nun angesichts einer solchen Thatsache v. Pettenkofer noch länger behaupten, dass Cholerawäsche ungefährlich sei? Das ist eine Frage, welche jeder vorurtheilsfreie Mensch mit einem entschiedenen Nein beantworten muss, denn hier ist frische Cholerawäsche in ein von Cholera freies Land eingeführt worden, dann sind die Wäscher an Cholera erkrankt, und dazu gesellten sich so viele andere Choleraerkrankungen, dass schon binnen 2 bis 3 Wochen eine ausserordentlich schwere Epidemie im Gange war. Der Träger aber der Krankheit, jener Officier, hat das Land gar nicht betreten, und die Wäsche stammt nicht aus einem verseuchten Lande, sondern von einem Schiffe. Wo wäre da jenes unbekannte Etwas zu suchen, welches der Kranke immer vom Choleraherde her mitgebracht haben soll, wenn die Epidemie verschleppt wurde? Hier ist es geradezu unmöglich, diese aus dem Boden stammende, unbekannte Grösse in die Rechnung einzuführen oder auf andere Weise die Beweiskraft der Thatsache abzuschwächen, dass Cholerawäsche eine Choleraepidemie erzeugt hat.

Allerdings pflegt v. Pettenkofer in ähnlichen Fällen zu sagen, dass er vom epidemiologischen Standpunkt aus bestreiten müsse, dass eine einfache Ansteckung durch die Dejectionen stattgefunden habe. Hat denn aber ein solcher epidemiologischer Standpunkt heut zu Tage überhaupt noch Berechtigung? Diese Frage erledigt sich von selbst, wenn man bedenkt, dass jener Standpunkt gewonnen wurde zu einer

Zeit, wo die Wissenschaft noch mit gar zu vielen unbekannten Grössen zu rechnen hatte und fast nur auf Vermuthungen angewiesen war. Wenngleich man dahin gelangt war, einen pathogenen Mikroorganismus für die Cholera wie für andere Krankheiten vorauszusetzen, so konnte man sich doch von seinem Wesen, seinen Lebensbedingungen, seinen Eigenschaften keine Vorstellung machen. Da ist es zu verstehen, dass die damaligen Epidemiologen sich an diejenigen Factoren hielten, die sich annähernd übersehen liessen, also an meteorologische und geologische Verhältnisse. Jetzt aber ist durch die Entdeckung des Cholerabacillus die Sache mit einem Schlage geändert worden. Seitdem wir den krankmachenden Organismus kennen, sind wir gezwungen, bei allen Fragen, welche sich an eine Choleraepidemie knüpfen, zuerst auf ihn unser Augenmerk zu richten. Wenn wir uns also klar machen wollen, auf welche Weise eine Choleraepidemie entsteht, müssen wir vor allen Dingen diesem Organismus nachgehen; wir müssen herausbringen, unter welchen Bedingungen er innerhalb und ausserhalb des menschlichen Körpers lebt, wie er sich vermehrt und zu Grunde geht, auf welchem Wege er sich gewöhnlich verbreitet, und welche Wege er ausnahmsweise einmal einschlägt u. dergl. mehr.

Das sind Untersuchungen, welche fast alle noch gethan werden sollen und welche von den sogenannten Ephodisten v. Pettenkofer's werden in Angriff genommen werden, unbeirrt durch die über das Ziel hinausschiessende Bemerkung des Münchener Epidemiologen: „Die Contagionisten irren nie, denn sie streben nicht mehr, sie haben ihr Ziel schon erreicht." Voraussichtlich werden bei diesen noch anzustellenden Untersuchungen auch Meteorologie und Geologie zur Geltung kommen, aber es würde ein naturwissenschaftlicher Fehler sein, wollte man jetzt, wo man im Koch'schen Kommabacillus einen sicheren Ausgangspunkt besitzt, jene Einflüsse und das v. Pettenkofer'sche Unbekannte zum Angelpunkt der Untersuchung machen, da die Annahme solcher undefinirbaren Grössen sowohl wie die Bevorzugung der Boden- und Luftverhältnisse nichts weiter als ein Nothbehelf war zu einer Zeit, wo man nichts besseres kannte.

Wenn wir aber den bezeichneten Weg einschlagen wollen, um eine bessere Einsicht in das Wesen der Epidemien zu gewinnen, so ist von vorn herein klar, dass derjenige keinen Erfolg erwarten darf, welcher von oben herab, etwa von grossen Gesichtspunkten aus und vom grünen Tisch her den Gang der Epidemien verfolgt. Es handelt sich jetzt vielmehr um Untersuchungen, welche den umgekehrten Gang gehen, welche den einzelnen Kranken und seine Umgebung in Angriff nehmen (abgesehen von Untersuchungen im Laboratorium). Dass aber mörderische Epidemien in grossen Städten sich diesem Zwecke möglichst schlecht fügen, weil dort die Verhältnisse nicht einfach und übersichtlich genug sind, liegt

auf der Hand. Deshalb ist es, selbst wenn man sich auf v. Pettenkofer's Standpunkt stellt, schwer zu begreifen, weshalb er die an kleinen Orten gewonnenen Erfahrungen zurückweist und nur grosse Städte und Bezirke und ausgebreitete Epidemien will gelten lassen. Allerdings vermeidet er auf diese Weise mit grosser Sicherheit, die nähere Bekanntschaft seines proteusartigen, unbekannten Etwas zu machen, an dessen Auffindung ihm doch gelegen sein sollte, um endlich einmal Klarheit in seine Ausführungen zu bringen. Statt dessen bemängelt er die Beweiskraft solcher Thatsachen, die seiner Auffassung entgegenstehen, und verdächtigt die Aufrichtigkeit seiner Gegner. Da ich selbst noch nichts über Cholera geschrieben habe, kann ich die Abwehr dieser Beschuldigung Anderen überlassen, aber die Zahl der sogenannten Ausnahmen von den v. Pettenkofer'schen Regeln möchte ich doch vermehren, und ich beginne mit derjenigen, wonach man bei Ortsepidemien selten einen bestimmten Einschlepper für die eigentlichen Choleraherde findet, wenn auch die Localitäten selbst noch viel kleiner als ein kleines Dorf sind (S. 466).

Es war im Jahre 1866, wo ich zum ersten Male Gelegenheit hatte, den Ausbruch und Verlauf einer Choleraepidemie in engen Grenzen zu beobachten, und zwar auf einem Gutsdorf in der Uckermark, in der Nähe von Prenzlau. Dort wurde Anfang September die Seuche durch einen Tagelöhner eingeschleppt, welcher zum Leichenbegängniss eines Verwandten nach der Stadt gegangen war und sich von dort den Sonntagsrock des an der Cholera Verstorbenen mitbrachte, den jener gerade getragen hatte, als er erkrankte. Einige Tage darauf fasste ihn selber die Krankheit und raffte ihn schnell dahin. Kurz nach ihm erkrankte auch seine Frau an der Cholera und starb. Nun erkrankten mehrere Personen, welche die Tagelöhnerfamilie während der Krankheit besucht hatten, und andere, welche wieder mit den neu Erkrankten verkehrten. Darauf wurden diese Krankenbesuche den Leuten verboten, und sie unterblieben in der That, weil Jedermann sich selbst überzeugte, dass die Krankheit nur in denjenigen Familien auftrat, welche Verkehr mit Cholerakranken gehabt hatten. Die einzelnen Häuser schlossen sich also nach Möglichkeit gegen einander ab, und drei Wochen nach dem ersten Falle war die kleine Dorfepidemie beendet. Es waren in der kurzen Zeit unter einer Einwohnerzahl von 120 Seelen 17 ausgesprochene Choleraerkrankungen mit 9 Todesfällen vorgekommen.

In diesem Beispiele haben wir also thatsächlich einen Einschlepper, und wieder ist es ein Kleidungsstück, ein vom Kranken höchst wahrscheinlich beschmutzter Rock, welcher bei der Einschleppung eine Rolle spielt, und ich nehme an, dass der Rock die Uebertragung vermittelte, weil die Frau, welche nicht in der Stadt gewesen war, fast gleichzeitig

mit ihrem Manne erkrankte und sogar noch einige Stunden vor ihm starb. Während hier also ein Rock die Krankheit verbreitete, war es in meinem ersten, von Nagasaki hergenommenen Beispiel die Wäsche gewesen. Derartige Fälle kehren denn doch gar zu häufig wieder, als dass v. Pettenkofer sie mit einem Federstrich beseitigen könnte. Sogar in der von ihm selber aufgeführten kleinen Gruppe von 26 Fällen aus der Monod'schen Zusammenstellung ist zwei Mal offenkundig Bettzeug verschleppt worden. Wenn ich also finde, dass derartige Erfahrungen nicht vereinzelt dastehen, sondern sich immer von neuem wiederholen, so werde ich unweigerlich zu der Annahme gedrängt, dass doch wohl ein innerer Zusammenhang zwischen Cholera-Wäsche und Ansteckung besteht. Wenn ich dann bei genauerer Untersuchung sehe, dass wenigstens einige dieser Fälle, wie z. B. der von Nagasaki, unzweideutig sind, dass kein anderes Bindeglied besteht zwischen dem durchseuchten Orte und demjenigen, in welchen die Krankheit frisch hineingetragen wird, so steigt meine Annahme zur Gewissheit. Und Klarheit über den Vorgang der Uebertragung durch Wäsche und Kleidung erhalte ich durch den von Koch gelieferten Nachweis, dass der Krankheitserreger in den Darmentleerungen enthalten ist und in den damit beschmutzten Stoffen längere Zeit fortpflanzungsfähig bleibt. Das ist ein naturwissenschaftlicher und logischer Gedankengang, welcher zu einer befriedigenden Erklärung für die Verschleppung einiger Epidemien, so wie für einzelne Vorkommnisse innerhalb der Epidemien führt. Wenn aber andere Vorkommnisse sich nicht auf diese Weise erklären lassen, so kann man eben nur den Schluss ziehen, dass nicht alle Epidemien auf gleiche Weise entstehen. Aber welche Ursache man im gegebenen Falle anschuldigen soll, das lässt sich nur durch eine ad hoc angestellte Untersuchung ermittteln. Man fahre nur fort, so sorgfältig zu untersuchen, wie der Präfekt Monod, und der Erfolg kann nicht ausbleiben. Uebrigens wird sich wohl Niemand durch v. Pettenkofers absprechendes Urtheil über diese Arbeit abschrecken lassen, am allerwenigsten durch die zur Erläuterung beigefügte Bemerkung, dass man bei einer Häufung von Wechselfieberfällen ebenso einen Zusammenhang zwischen den Erkrankten würde auffinden können wie hier bei der Cholera. Wir können doch unmöglich zur Erklärung dunkler Punkte in Betreff der Cholera das noch so gut wie ganz unerklärte Wechselfieber heranziehen. Das ist naturwissenschaftlich falsch gedacht. v. Pettenkofer's Scharfblick ist übrigens ein Umstand entgangen, der klar hervortritt, wenn man die sämmtlichen Fälle aus Guilvinec sich genauer ansieht. Die Erkrankungen erfolgten nämlich in derselben Reihenfolge, in welcher die Leute dazu kamen, Cholerakranke zu pflegen, Todte zu bestatten, sich Wäsche anzueignen u. dergl. Wenn es v. Pettenkofer gelingen sollte, dasselbe für Wechsel-

fieber nachzuweisen, so würde er eine grosse Entdeckung gemacht haben. und wir würden in der Lage sein, auf Grund unserer besseren Kenntniss der Cholera einen dunklen Punkt in Betreff des Wechselfiebers aufzuklären. Aber nur nicht umgekehrt verfahren!

Ich selber habe mich vorkommenden Falles immer bemüht, Klarheit über die Entstehung der Choleraepidemien zu gewinnen und werde hier noch kurz zwei Fälle mittheilen.

Im Jahre 1877 war ich in der Lage, die Einschleppung der Cholera nach Tokyo, der Hauptstadt von Japan, genau verfolgen zu können und daraus neue Gesichtspunkte zu gewinnen. Die ersten Fälle waren nachweislich von China aus mit einem Postdampfer, einige andere vermuthlich durch ein fremdes Kriegsschiff nach Nagasaki gebracht worden und riefen dort eine leichte Epidemie hervor, welche sich allmählich über die grösseren Hafenstädte verbreitete. So kam die Seuche auch nach Tokyo und dauerte dort vom 15. September bis zum 23. December. Während dieser Zeit wurden 980 Erkrankungen und 523 Todesfälle polizeilich gemeldet. Ich scheute damals die Mühe nicht, täglich jeden einzelnen Fall in eine grosse Specialkarte der Stadt unter seiner Nummer einzutragen und mir dadurch einen Ueberblick über den Gang der Epidemie zu verschaffen. Da ergab sich denn, dass die meisten Erkrankungen längs der Wege erfolgten, welche der Fremdenverkehr von Yokohama her durch die Stadt nimmt. Yokohama kann als der eigentliche Hafen von Tokyo angesehen werden, indem es den gesammten überseeischen Verkehr der ungefähr 30 km entfernten Hauptstadt vermittelt. Dem entsprechend hatte Yokohama auch die Cholera von Nagasaki her früher bekommen als Tokyo. Die meisten Fälle traten also längs der Hauptverkehrsader auf, welche von dem Vororte Shinagawa her die Stadt bis nach der berühmten Tempelanlage von Asak'sa hin durchschneidet. Bald aber fiel mir auf, dass die Fälle sich in der Nähe von Nihonbashi häuften. Diese Brücke, die berühmteste in Tokyo, weil von ihr aus die Entfernungen im Reiche gemessen werden, gehört nun zwar der erwähnten Hauptstrasse an, aber in ihrer Nähe liegen viel mehr Kaufläden als Gasthäuser, so dass ich mich nicht mit der Annahme beruhigte, dass die grössere Zahl von Choleraerkrankungen auf einen grösseren Zufluss von Fremden zurückzuführen sei. Dagegen wird in dieser Gegend der grösste Fischmarkt der Stadt abgehalten, und es stellte sich heraus, dass mehrere vereinzelt und zerstreut in der Stadt vorkommende Fälle, denen ich selber nachspürte, darauf zurückgeführt werden mussten, dass die Leute (es waren Fischhändler), jeden Morgen nach jener Gegend kamen, um ihren täglichen Bedarf an Fischen einzuhandeln und ihn nachher durch Ausrufer in den Strassen oder in feststehenden Buden unter die Leute zu bringen.

Indem ich diese Verhältnisse weiter untersuchte, brachte ich in Erfahrung, dass ein gewisses, weiter in die Bai hinausgelegenes Dorf Haneda fast den ganzen Bedarf der Hauptstadt an Fischen deckt. Ich begab mich also dorthin und stellte mit Hülfe und zur grössten Ueberraschung der mich begleitenden Polizeibeamten fest, dass dieser über 3000 Einwohner zählende Ort in schreckenerregender Weise von der Cholera heimgesucht war. Da gab es fast kein Haus, in dem nicht Kranke oder Todte lagen, sodass ich mich mit meinen Begleitern eines recht unheimlichen Gefühles nicht erwehren konnte. Dazu kam der Schmutz auf den Strassen, der aller Beschreibung spottet. Ueberall fand sich faulender Abfall von Fischen, den man theils sorglos weggeworfen, theils zu Haufen aufgeschichtet hatte, um ihn später zu Dünger zu verarbeiten. Und das Alles bunt durcheinander, auf und zwischen den Gehöften zerstreut, ohne Rücksicht auf die Vertheilung der Brunnen und der Wohnungen. Es war eben eine sich selbst überlassene, hygienisch nicht beaufsichtigte Gemeinde. Die unglücklichen Bewohner, so weit sie nicht auf dem Fischfang aus waren, suchten durch Gebete und Beschwörungen die Heimsuchung abzuwenden.

Weitere Nachforschungen ergaben, was sich von vornherein vermuthen liess, dass von den Fischern, welche ihre Waare in Booten nach der Stadt bringen, häufig der eine oder andere unterwegs erkrankte. Nun brauche ich wohl nicht weiter auszumalen, wie die Sauberkeit der Waare darunter leiden musste, denn es würde den Schiffern im Gegentheil sogar schwer geworden sein, eine Uebertragung der Krankheitskeime auf die Fische zu vermeiden, selbst wenn sie leidlich geschickte Bakteriologen gewesen wären. Waren aber einmal die Fische inficirt, so konnten sie die Krankheit um so leichter verbreiten, als in Japan das Fleisch einiger Fische manchmal roh genossen wird, weil es so für wohlschmeckender gilt.

Indessen möchte ich es doch nicht als eine unumstössliche Thatsache hinstellen, dass wirklich durch den Genuss von Fischen directe Ansteckungen erfolgt sind, weil diejenigen Personen, welche sich meines Wissens bei Nihonbashi die Cholera holten, immerhin mit den Fischern in unmittelbare Berührung gekommen sein konnten, und weil sie gelegentlich auch dieselben Abtritte benutzten, wie diese. Ich habe den Fall vielmehr mitgetheilt, um an einem neuen Beispiel zu zeigen, wie durch den Handel mit Lebensmitteln die Cholera verschleppt werden kann; und ferner, dass die sorgfältige Untersuchung jedes einzelnen Falles gelegentlich von grösster Wichtigkeit ist, denn hier hat sie zur Entdeckung eines, bis dahin der Aufmerksamkeit entgangenen, ganz bösartigen Choleraherdes geführt, von dem aus die Krankheit immer wieder von neuem nach der Hauptstadt getragen wurde. Endlich zeigt dieser Fall in ganz ausgezeichneter Weise, dass mehrere frühzeitig und sehr zer-

streut in der Stadt vorgekommene Erkrankungen doch unter einander in Zusammenhang standen, ganz im Gegensatz zu der Behauptung von Pettenkofer's, S. 257, wonach die ersten Fälle, wenn der Ort nicht ein sehr kleiner ist, sehr zerstreut sind und unter sich nicht den geringsten persönlichen Zusammenhang haben, so dass eine Infection auf contagiösem Wege davon nicht wohl abgeleitet werden könne.

Die erwähnte Epidemie hatte im Jahre 1879 noch ein trauriges Nachspiel. Beinahe zwei Jahre lang war das Land von der Cholera verschont geblieben, als plötzlich wieder neue Fälle aus dem Regierungsbezirk Oita, von der Ostküste der Insel Kyushu gemeldet wurden. Das war um so auffallender, als diese ganze Gegend fern liegt von allem Fremdenverkehr, auf den man erfahrungsgemäss alle japanischen Choleraepidemien zurückführen musste, während doch in keinem der geöffneten Häfen verdächtige Fälle vorgekommen waren. Die Verhältnisse lagen eben so, dass die Einschleppung von aussen her gar nicht in Frage kam.

Durch das Polizeipräsidium der Hauptstadt gelang es mir, Einsicht in diese Angelegenheit zu bekommen, und ich kann darüber Folgendes mittheilen.

Zwei Jahre vorher, während der oben erwähnten Epidemie, hatte die Cholera reiche Ernte unter den Regierungstruppen gehalten, welche nach Kyushu zur Unterdrückung des grossen Satsuma-Aufstandes geschickt worden waren. Jetzt nun hatte die Regierung befohlen, die Gebeine nicht nur der Gefallenen, sondern auch der an Krankheiten dahingerafften Soldaten nach grösseren Sammelplätzen überzuführen. Bei dieser Gelegenheit wurden gerade im Regierungsbezirk Oita zahlreiche Choleragräber geöffnet, und hieran schloss sich eine Choleraepidemie, nachdem, wie erwähnt, die Insel ungefähr zwei Jahre lang frei gewesen war.

Wie sollte man dieses plötzliche Auflodern nun deuten? Die einfachste Erklärung würde darin bestanden haben anzunehmen, dass einzelne Cholerafälle sich in langer Kette durch die ganzen zwei Jahre unbemerkt hingezogen hätten, und dass das Anwachsen zur Epidemie rein zufällig mit dem Oeffnen der Choleragräber zusammengetroffen wäre. Wenn nur eine Möglichkeit vorgelegen hätte, diese Erklärung zu geben, so würde die japanische Regierung sie mit Eifer ergriffen haben, denn dass es ihr nicht angenehm war, die Beschuldigung zu hören, durch ihre jedenfalls unnöthigen Ausgrabungen das Land mit einer Choleraepidemie beschenkt zu haben, brauche ich wohl nicht besonders zu versichern. So liess sich also ein Fortglimmen der Epidemie die zwei Jahre hindurch zwar vermuthen, aber Thatsachen, welche man nach dieser Richtung hin hätte verwerthen können, lagen keine vor. Dagegen konnte man nicht bestreiten, dass die ersten Erkrankungen gerade solche Leute betrafen,

welche bei den Ausgrabungen beschäftigt waren. So kamen denn die Behörden zu der Ansicht, dass sie selber die Veranlassung zum Entstehen der neuen Epidemie gegeben hätten, und diese ihre Auffassung leugneten sie so wenig ab, dass ich damals schon die Erlaubniss erhielt, die Sache zu veröffentlichen.

Jetzt, wo ich von dieser Erlaubniss Gebrauch mache, thue ich es mit dem Bewusstsein, dass man sich nicht ohne Bedenken der japanischen Auffassung anschliessen kann, denn wir wissen noch viel zu wenig von dem Leben des Kommabacillus ausserhalb des menschlichen Körpers, um uns mit Bestimmtheit darüber auszusprechen, ob es möglich ist, dass die Cholerabacillen Jahre lang in verwesenden Körpern oder in der umgebenden Erde fortleben können. Es dürfte gerathen sein, vorläufig noch von einer Erklärung abzustehen, bis wir uns auf den Boden der Thatsachen stellen können.

Diese Zurückhaltung wird mir v. Pettenkofer nicht verargen, der auf der zweiten Choleraconferenz in Berlin gestand, dass auch ihm manche Fälle vorerst noch dunkel blieben. Wenn er dann aber fortfährt: „Das kümmert mich nicht, weil die Epidemien jedenfalls nicht ohne Mithülfe der Oertlichkeit und Zeitlichkeit zu Stande kommen und die Epidemien allein epidemiologisches Interesse bieten", so muss ich darauf entgegnen, dass dieses „jedenfalls" besser durch ein „vermuthlich" oder ein „meiner Meinung nach" zu ersetzen wäre, und ferner, dass das epidemiologische Interesse sich nicht allein den Epidemien, sondern noch vielem Anderen zuwenden muss, vor allen Dingen aber den Maassregeln, welche zu ergreifen sind, um die Entstehung von Epidemien zu verhüten. Da aber jeder einzelne Cholerakranke Träger des Giftes, und als solcher eine Epidemie weiter auszudehnen oder sogar eine neue hervorzurufen im Stande ist, so hat die Epidemiologie sich auch mit jedem einzelnen Kranken zu befassen, innerhalb und ausserhalb der Epidemie, und dies ganz besonders dann, wenn er cholerafreie Orte aufsucht. Da ferner der Krankheitserreger auch in die Leib- und Bettwäsche und in die sonstigen Kleidungsstücke gelangt, so wird die Epidemiologie sich schon bequemen müssen, auch zu diesen Dingen hinabzusteigen.

Ob vereinzelte und verschleppte Fälle eine Epidemie einleiten werden oder nicht, kann man ihnen nicht ansehen, und auch sonst haben wir keinen Maassstab dafür, ob es zu einer Epidemie kommen wird oder nicht. v. Pettenkofer verlangt zwar eine besondere Disposition des Ortes und der Zeit, aber woran erkennt man diese Disposition und worin besteht sie? Darauf giebt es keine Antwort, so dass wir mit dieser Disposition keinen Schritt weiter kommen als ohne sie. Das heisst mit dürren Worten: Wir wissen nicht, warum die Verschleppung des Cholerakeimes

in einem Falle eine Epidemie erzeugt, im anderen nicht. (Auf sehr nahe liegende, und sich an Thatsachen anlehnende Vermuthungen will ich hier nicht eingehen.) Wenn man aber, anstatt diese Unkenntniss einzugestehen, an ihre Stelle eine andere unbekannte Grösse setzt und diese mit einem Namen (Disposition!) belegt, so giebt man sich damit den Anschein, als hätte man eine gewisse Einsicht in die Sache, und doch hat man nur ein x für ein u gesetzt.

Hinsichtlich der örtlichen und zeitlichen Disposition muss ich noch auf die höchst merkwürdige Thatsache hinweisen, dass in Japan fast nie ein Fremder an der Cholera erkrankt, selbst die Chinesen nicht ausgenommen. Während der schlimmen Epidemie des vergangenen Jahres erkrankte in Nagasaki nicht ein Europäer oder Amerikaner, aber, wenn ich nicht etwa falsch unterrichtet bin, auch nicht ein Chinese. Woran liegt das? Sollten etwa in all' den Städten, wo Fremde zugelassen sind, diese gerade solchen Boden zur Niederlassung erhalten haben, welcher der Cholera abgeneigt ist, welcher die Disposition nicht aufkommen lässt, während überall ringsherum die Japaner auf disponirtem Choleraboden sitzen? Das wird doch wohl selbst v. Pettenkofer nicht behaupten wollen. Ich selber erkläre mir die Sache damit, dass die Fremden in Japan im Allgemeinen in besseren Verhältnissen leben als die Eingeborenen. Wie weit das für die Chinesen zutrifft, ist schwer zu sagen. Das Viertel, welches sie in Nagasaki besitzen, ist hygienisch sehr schlecht gestellt, und ihre Wohnungen sind alles Andere eher als Muster von Reinlichkeit. Aber in der Nahrung unterscheidet sich der Chinese wesentlich vom Japaner, indem er Fett geniesst, besonders fettes Schweinefleisch, während die Nahrung des Japaners sehr fettarm ist, worauf man schon öfter hingewiesen hat. Dazu kommt, dass der Chinese sich nicht veranlasst fühlt, sein heimisches Getränk, den Thee, aufzugeben, während der Japaner schon vielfach frisches Wasser trinkt, mag es nun Brunnen- oder Flusswasser sein oder über Reisfelder herabkommen; ja, er thut wo möglich noch Eis hinein, das im Winter auf brach liegenden Reisfeldern gewonnen wurde, die im übrigen Theile des Jahres bekanntlich unter Wasser stehen und daher eine vorzügliche Brutstätte für alle Arten von Mikroorganismen abgeben. — In erster Reihe muss man aber berücksichtigen, dass die Fremden, mit Einschluss der Chinesen, zufolge ihrer Stellung und der Art ihrer Beschäftigung ziemlich abgesondert von der japanischen Bevölkerung leben und dass in Cholerazeiten auch ihre Diener sich gern von ihren eigenen Landsleuten zurückziehen, weil sie sich im Hause des Fremden sicherer fühlen. Demgemäss sind die Fremden sehr viel weniger der Ansteckung ausgesetzt als die Einheimischen. So giebt uns die contagionistische Lehre eine recht brauchbare Erklärung für eine

Erscheinung, welche, vom v. Pettenkofer'schen Standpunkte aus betrachtet, wohl ewig dunkel bleiben würde.

Die Immunität der Fremden ist selbstverständlich keine absolute. Immerhin habe ich selber während mehrerer Epidemien in Tokyo und Nagasaki nur zwei Fremde an Cholera sterben sehen. Von dem einen war bekannt, dass er regelmässig, und auch während dieser Epidemie Abführmittel missbrauchte, und der andere war ein Trunkenbold. Dass aber Trunksucht zur Ansteckung geneigt macht, ist eine bekannte Thatsache, die sich auch in den Monod'schen Fällen zeigt, aus welchen v. Pettenkofer nur Kritiklosigkeit der Contagionisten herausliest.

Ich habe oben gesagt, dass wir jeden einzelnen Cholerafall so betrachten müssen, als ob er den Ausgangspunkt einer Epidemie bildete, woraus wieder folgt, dass wir moralisch verpflichtet sind, alle uns zu Gebote stehenden Mittel anzuwenden, um ihn wo möglich unschädlich zu machen. Diese Mittel bestehen in Absperrung des Kranken und in Zerstörung des Krankheitsstoffes.

Was den letzten Punkt betrifft, so wird Jeder, der einmal als Cholera-Arzt thätig war, zugestehen, dass in der Desinfection nur selten das geleistet worden ist, was der heutige Standpunkt der Bakteriologie verlangt. Das liegt daran, dass, wie R. Koch schon des Näheren auseinandergesetzt hat, die Verstreuung des in den Dejectionen enthaltenen Krankheitserregers häufig viel zu weit geht, als dass man erwarten könnte, das Gift unschädlich zu machen, wenn man nur die Wäsche und die Abtritte schablonenmässig desinficirt. Einem Bakteriologen brauche ich nicht zu sagen, wie leicht die um den Kranken beschäftigten Personen Spuren der Cholerakeime verschleppen können, oder wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass der Kranke selber die Keime ausstreute, bevor er bettlägerig wurde. Aber das Volk hat so wenig Einsicht in diese Vorgänge, dass es im gegebenen Falle Fehler auf Fehler begeht, und wenn man ihm die Karbolsäure centnerweise in die Hände gäbe. Hier hilft nichts als Aufklärung. Berufene Zungen und Federn werden sich schon dazu finden, denn das ist eine dankenswerthere Aufgabe, als das Volk auf Grund vorgefasster Meinungen gegen die Desinfection aufzuhetzen, wie v. Pettenkofer es thut.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass man gegen die bewegliche Habe jeglicher Art, welche mit einem Cholerakranken in Berührung gekommen ist, in Japan mit dem sichersten Mittel zu Felde zieht, das es giebt, mit dem Feuer. Ich habe im Jahre 1877 im Polizeipräsidium zu Tokyo den Rath ertheilt, das Bettzeug und die Matten der Zimmer, in welchen Cholerakranke gelegen hatten, einfach zu verbrennen, und dieser Rath ist mit so grosser Bereit-

willigkeit und Strenge durchgeführt worden, dass ich wünschte, man nähme sich in Europa bei passenden Gelegenheiten ein Beispiel daran. In Tokyo wird diese gute Tradition immer noch aufrecht erhalten, hat sich aber noch nicht überall im ganzen Lande durchführen lassen, weil dazu viel Verständniss und guter Wille von Seiten der Beamten wie des Volkes nöthig ist.

Beim Desinficiren soll man auch die Diarrhöen nicht vergessen, denn ich bin überzeugt, dass viele einfach erscheinende Durchfälle mit Kommabacillen einhergehen, also leichte Cholerafälle darstellen, gerade wie wir ja auch annehmen, dass es leichte, ambulatorische Typhen giebt. Deshalb wäre es gewiss wünschenswerth, wenn in Cholerazeiten jeder Arzt die in seiner Praxis vorkommenden diarrhoïschen Stühle mikroskopirte. Aber leider sind unsere gesellschaftlichen Einrichtungen und besonders die Stellung des Arztes zum Kranken der Art, dass dieses Verlangen wohl noch auf lange Zeit hinaus ein frommer Wunsch bleiben dürfte. — Es wird also, wenn meine Annahme richtig ist, eine ganze Anzahl von wirklichen, wenn auch leichten Cholerafällen unserer Aufmerksamkeit entgehen und die Krankheit verschleppen; und andererseits reichen unsere Maassregeln zur Zerstörung des Krankheitskeimes, selbst wenn sie noch bedeutend verbessert und weiter ausgedehnt werden sollten, bei weitem nicht aus, um allen Anforderungen zu genügen, weil in gar zu vielen Fällen die sachverständige Beaufsichtigung fehlen wird. Daher sind wir in die Nothwendigkeit versetzt, den Versuch zu machen, auch auf anderem Wege die Verbreitung der Seuche zu hindern, und das lässt sich durch Absperrungsmaassregeln erreichen. Allerdings müssen sie mit unnachsichtlicher Strenge durchgeführt werden, wo es auch sei, zu Wasser und zu Lande.

Die Absperrungsmaassregeln zu Lande haben sich, wie mir scheint, im vergangenen Jahre auf der Insel Kyushu sehr zweckmässig erwiesen. Die grösseren Häfen der Insel und ganz Japans waren nämlich von Nagasaki aus so schnell angesteckt worden, dass die Verhängung der Quarantäne viel zu spät kam. Nichtsdestoweniger wurde diese Maassregel aufrecht erhalten, selbst zwischen den Cholerahäfen untereinander, weil man erwartete, auf diese Weise eine ganze Anzahl Kranker abfassen und durch Verweisung an ein Cholerakrankenhaus unschädlich machen zu können. Zu dieser Erwartung und den sich daraus ergebenden Maassnahmen war man berechtigt, weil, wie ich schon einmal betont habe, ein jeder Kranke gelegentlich den Mittelpunkt eines neuen Krankheitsherdes zu bilden vermag. Ausserdem aber wurden damals zum ersten Male in grösserem Maassstabe Absperrungsmaassregeln durch das Innere der Insel hin getroffen, und diese hatten, wie es scheint, den besten Erfolg. Ganze

Provinzen, besonders Hizén, blieben verschont, welche bei früheren Epidemien, wie ich aus eigener Anschauung weiss, zum Theil recht schwer zu leiden gehabt hatten. Allerdings lässt sich nicht leugnen, dass der Verkehr einigermaassen darunter litt; aber schliesslich war es hauptsächlich nur ein Theil des Kaufmannsstandes, dessen Geschäfte eine Zeit lang eingeschränkt wurden, während ohne Absperrung die Seuche der Gesammtheit der Bevölkerung wahrscheinlich sehr viel empfindlichere Wunden geschlagen haben würde.

Auch im Jahre 1877 scheinen mir die Absperrungsmaassregeln in Tokyo recht gute Dienste geleistet zu haben, denn die Epidemie blieb für eine Stadt mit beinahe einer Million Einwohner doch recht klein, da nur 523 Todesfälle vorkamen. Das durch und durch verseuchte Fischerdorf, von dem ich oben gesprochen, wurde scharf bewacht, so dass von dort aus jede neue Einschleppung mit grosser Sicherheit ausgeschlossen war. Ich hatte ausserdem veranlasst, dass alle Cholerakranken nach besonderen, zu diesem Zwecke an mehreren Orten ausserhalb der Stadt errichteten Baracken geschickt wurden, und nur einigen Wenigen, deren Wohnungen polizeilich und ärztlich leicht überwacht werden konnten, gestattete man in ihren Häusern zu bleiben. Alle Gehöfte ferner, in welchen Jemand an der Cholera erkrankt war, wurden zehn Tage lang von jedem Verkehr nach aussen hin, so weit es anging, abgeschlossen, also in Observationsquarantäne gelegt.

Der sorgfältigen Ausführung dieser Anordnungen schreibe ich es nicht zum geringsten Theile zu, dass Tokyo damals nicht schwerer heimgesucht wurde. Leider liegen in Europa die Verhältnisse selten so günstig, um derartig einschneidende Maassregeln durchführen zu können. Die japanischen Städte nämlich sind sehr weitläufig gebaut, und fast jede Familie bewohnt ein eigenes Haus, dem es gewöhnlich auch nicht an einem Garten oder Gärtchen fehlt. Da wird also die Sperrung eines Hauses auch nur von der einen Familie empfunden, in welcher der Krankheitsfall vorgekommen war. Dass sich etwas auch nur annähernd ähnliches in unseren deutschen Miethskasernen sollte erreichen lassen, bezweifle ich selber. Aber die Landesgrenzen wenigstens lassen sich bewachen, und vielleicht wird es möglich sein, im Innern des Landes diejenigen Orte, in welchen die Cholera epidemisch aufgetreten ist, vom freien Verkehr auszuschliessen. Die Regierungen werden geneigt sein, darauf hinzielende Anordnungen zu treffen, wenn sie sich auf den humanen Standpunkt stellen, dem Lande eine Choleraepidemie zu ersparen; dagegen werden sie die Absperrung verwerfen, wenn sie die englische Auffassung theilen, welche eine Choleraepidemie weniger fürchtet als eine,

wenn auch nur vorübergehende Beschränkung des Handels; eine Auffassung, welcher der Gedanke zu Grunde liegt, dass verlorene Menschenleben sich leichter ersetzen lassen als verlorene Geldwerthe.

Von der Quarantäne zu Wasser habe ich nicht viel erfreuliches gesehen. Von vorn herein sollte man ja annehmen, dass eine gewissenhaft und verständig gehandhabte Quarantäne ein Land mit ziemlicher Sicherheit gegen die Einschleppung schützen müsste. Aber nach meinen Erfahrungen ist die Behandlung und Untersuchung der Schiffe im ganzen Osten eine so oberflächliche und willkürliche, dass der gewünschte Erfolg ausbleiben muss. Je weiter man nach Osten kommt, um so leichter nimmt man die Angelegenheit.

Ich glaube nicht zu viel zu sagen, wenn ich behaupte, dass in Annam, Tongking, im ganzen südlichen China, Siam u. s. w. die Cholera fast nie ausstirbt. Wollte man da dieselben Grundsätze wie in Europa anwenden, so würde man längs der ganzen handeltreibenden Küste nur selten einen Hafen finden, den man für frei erklären könnte. Man kümmert sich aber nicht darum, am allerwenigsten in Shanghai, Hongkong und Singapore, wo die Fremden die Herren sind; wissen sie doch aus langjähriger Erfahrung, dass sie selber so gut wie nichts von der Cholera zu fürchten haben. Etwas anders liegt die Sache in Japan. Dort weiss man, dass die Cholera immer vom Festlande her durch den Schiffsverkehr eingeschleppt wird, und dagegen sucht man sich durch die Quarantäne zu schützen. Das ist ein durchaus berechtigtes Verlangen, aber der Erfolg bleibt regelmässig aus, denn ehe ein chinesischer Hafen für verseucht erklärt wird, so dass die japanische Regierung Maassregeln der Abwehr ergreifen könnte, ist die Cholera schon längst eingeschleppt. Wenn dann gar noch fremde Kriegsschiffe die Rücksichtslosigkeit so weit treiben, Cholerawäsche an Land zu schicken, so steht die japanische Regierung der Einschleppung der Cholera machtlos gegenüber.

Wenn nun aber umgekehrt japanische Häfen für verseucht erklärt werden, so bleibt der englischen Colonialregierung in Hongkong nichts weiter übrig, als eine Quarantäne für die aus jenen Häfen kommenden Schiffe anzuordnen. Selbstverständlich wird das Alles so eingerichtet, dass der Handel nicht darunter leidet, wie ich aus eigener Erfahrung weiss.

Ich verliess Japan im November 1885 von einem Hafen aus, der nicht frei von Cholera war; trotzdem wurde in Hongkong das Schiff ohne weiteres freigegeben, weil es mehr als fünf Tage (nämlich sechs) unterwegs gewesen war und weil sich nach mündlicher Versicherung des

Schiffers an Bord Alles wohl befand. Erst geraume Zeit später kam ein Beamter an Bord um die Papiere zu prüfen. Die Mannschaft wurde eben so wenig gemustert wie die Reisenden.

Als wir später nach Suez kamen, waren wir gerade 19 Tage von Singapore aus in See gewesen, aber obgleich an Bord Alles wohl war und gewesen war, wurden wir doch auf 24 Stunden in Quarantäne gelegt. Beobachtungsquarantäne nennt man das. Was darin für ein Sinn lag, überlasse ich dem Leser zu beurtheilen. Nach Ablauf dieser Zeit wurden die Reisenden und die Mannschaft gemustert, worauf uns die Einfahrt in den Kanal freigegeben wurde.

Wenn ich hier von Musterung spreche, muss man sich aber ja nicht vorstellen, dass damit irgend eine Art von Untersuchung verknüpft war, sondern sie bestand einfach darin, festzustellen, ob die Zahl der an Bord befindlichen Menschen mit den Angaben der Schiffspapiere stimmte. Die Art und Weise, wie das Zählen vorgenommen wurde, ist geradezu lächerlich. Die türkischen Beamten stellten sich neben der Schiffstreppe auf und liessen die Mannschaft an sich vorübergehen. Hätten wir nun Kranke an Bord gehabt, die wir verheimlichen wollten, so würden einfach eben so viel Mann um das Maschinenhaus und die Küche herumgegangen und ein zweites Mal vor den Türken vorübergezogen sein. Hätten wir aber, was nicht leicht vorkommt, unterwegs Leute aufgenommen, die wir nicht angeben wollten, so würden die Beamten sie niemals gefunden haben, da sie die inneren Schiffsräume überhaupt nicht betraten. Mir ist sogar ein Fall bekannt, wo ein an Bord Verstorbener durch die Quarantäne geschmuggelt wurde. Genug, die Untersuchung der Schiffe in Suez ist die reine Farce. Doch abgesehen davon, frage ich, ob die Beobachtungsquarantäne überhaupt einen Sinn hat, wenn ein Schiff 19 Tage in See war, während welcher Zeit der Gesundheitszustand an Bord, nach Ausweis der Schiffspapiere, nichts zu wünschen liess.

In Havre ging es uns nicht besser: 24 Stunden Beobachtungsquarantäne trotz vierzehntägiger, ununterbrochener Seefahrt von Port Said aus, und trotz des fortgesetzt vorzüglichen Gesundheitszustandes an Bord.

So viel ist mir auf dieser Reise klar geworden, dass durch die jetzt übliche Behandlung der Schiffe nicht verhindert werden kann, dass Cholerakranke aus den asiatischen Gewässern unbemerkt nach Aegypten und nach Europa gebracht werden, und somit erweisen sich die erwähnten Maassregeln nur als eine Last für diejenigen Schiffe, die rein sind, oder deren Kapitäne ehrliche Angaben machen.

Diese Verhältnisse können unmöglich so bleiben. Die Schiffe müssen in Bezug auf den Gesundheitszustand untersucht werden, aber gründlich. Dann kann es nicht ausbleiben, dass die Fälle immer seltener werden, in denen man die Lücke (fissure) vermisst, durch welche die Cholera ins Land gedrungen ist. Wenn dagegen an Bord sich Alles gesund befindet, und während einer längeren Ueberfahrt keine Krankheit vorgekommen ist, so soll man nicht eine Beobachtungsquarantäne anordnen, in der man doch nicht beobachtet, und mit der man nichts anderes erreicht als eine Schädigung der Interessen der Rhederei und der Reisenden.

Bacteriologische Untersuchungen auf einer Reise nach Westindien.

Von

Dr. Fischer,
Marinestabsarzt.

(Hierzu Taf. V.)

Auf einer Reise nach Westindien, die ich im Winterhalbjahr 1885/86 an Bord S. M. Schiff „Moltke“ als Oberarzt dieses Schiffes mitmachte, bot sich mir Gelegenheit eine Reihe bacteriologischer Untersuchungen über Seeluft, Seewasser, Trinkwasser etc. anzustellen. Indem ich diese Untersuchungen, soweit sie zu einem gewissen Abschluss gekommen sind, im Nachstehenden der Oeffentlichkeit übergebe, ist es mir zunächst eine angenehme Pflicht, der kaiserlichen Admiralität für die Gewährung eines Arbeitsraumes an Bord, wodurch die Ausführung der gedachten Arbeiten ermöglicht wurde, sowie dem Commandanten und dem ersten Officier von S. M. Schiff „Moltke“, den Herren Capitän zur See Stubenrauch und Corvetten-Capitän v. Wietersheim für die unausgesetzte Förderung der Untersuchungen auch an dieser Stelle meinen tiefempfundenen Dank auszusprechen.

I. Untersuchungen der Seeluft auf Mikroorganismen bez. deren Keime.

Nach dem heutigen Stande der Wissenschaft müssen wir uns vorstellen, dass alle Mikroorganismen, die wir in der Luft antreffen, von der Erdoberfläche herstammen, von welcher sie gelegentlich mechanisch losgelöst und in Staubform bez. an Staubpartikelchen haftend durch aufsteigende Luftströmungen emporgehoben sind, dass sie, wenn die Bewe-

gung der Luft nachlässt bez. aufhört, dem Einflusse der Schwere folgend oder auch gelegentlich durch absteigende Luftströmungen bez. durch atmosphärische Niederschläge mitfortgerissen der Erdoberfläche wieder zugeführt werden, woselbst sie entweder nur eine Zeit lang lagern, um alsdann gelegentlich von Neuem ihren Weg durch die Luft zu nehmen oder unter günstigen Verhältnissen sich ansiedeln und verschiedene Wachsthums- und Entwicklungs-Zustände durchlaufen.

Wie gross die Entfernungen sind, welche die Mikroorganismen auf diesen unfreiwilligen Wanderungen durch die Luft zurückzulegen vermögen, darüber fehlt es zur Zeit noch an genügenden Beobachtungen, indess haben die Luftuntersuchungen der letzten Zeit, namentlich, seitdem durch Koch verbesserte Methoden eingeführt sind, doch schon eine ganze Reihe von Thatsachen zu Tage gefördert, aus denen wir mit Hesse[1] schliessen dürfen, dass „die in der Luft enthaltenen Keime nicht so leicht sind, wie man bisher allgemein annahm, sondern weit mehr, als sich erwarten liess, dem Gesetze der Schwere folgen."

Wenn wir durch die Untersuchungen von Hesse in der citirten Arbeit erfahren, dass die in der Luft geschlossener Räume suspendirten Mikroorganismen sich in verhältnissmässig kurzer Zeit absetzen, dass der Keimgehalt der Luft mit der Entfernung von der Erdoberfläche rasch abnimmt, und dass schliesslich selbst in bewegter Luft das Bestreben der suspendirten Keime sich dem Boden zu nähern, merklich zu Tage tritt, so erscheint die Vermuthung gerechtfertigt, dass die Entfernung, bis zu welcher Mikroorganismen durch die Luft von der Stätte ihres Ursprungs fortgetragen werden, nicht, wie man von vornherein in Anbetracht der geringen Dimensionen dieser Gebilde anzunehmen geneigt sein könnte, eine unabsehbare, sondern vielmehr eine begrenzte sein muss.

Gewiss wäre es wünschenswerth, etwas Genaueres über die Grenzen, bis zu welchen die Mikroorganismen durch die Luft fortbewegt werden, zu ermitteln, steht ja doch zu erwarten, dass etwaige Aufschlüsse nach dieser Richtung hin zur Klärung unserer Vorstellungen über diejenigen Infectionskrankheiten, bei welchen eine Verbreitung der Krankheitserreger durch die Luft angenommen wird, beitragen. Indess Versuche, dieser Frage auf experimentellem Wege näher zu treten, würden, wollte man die Luft, wie sie uns unter gewöhnlichen Verhältnissen zu Gebote steht, zum Gegenstand der Untersuchung machen, wegen der allgemeinen Verbreitung der Mikroorganismen in ihr auf kaum überwindbare Schwierig-

---

[1] Ueber quantitative Bestimmung der in der Luft enthaltenen Mikroorganismen. *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt.* 1884. Bd. II. S. 187.

keiten stossen, dagegen durfte ich mir aus den sogleich zu erörternden Gründen von einer Untersuchung der Luft über dem Meere wohl Erfolg versprechen.

Wir wissen, dass aus Flüssigkeiten die darin vorhandenen Mikroorganismen nicht beim Verdunsten, sondern nur in Folge von Zerstäubungs- und ähnlichen mechanischen Vorgängen in die umgebende Luft gelangen. Uebertragen wir diese durch Beobachtungen hinreichend sichergestellte Thatsache auf das Meer, welches für uns in diesem Fall nur ein gewaltiges Wasserreservoir repräsentirt, dem von den einschliessenden Ländermassen durch Vermittelung der Luft und durch zahlreiche Wasserläufe fortwährend Mikroorganismen zugeführt werden, so ist die Vorstellung gerechtfertigt, dass die Luft über demselben, sobald Zerstäubungsvorgänge an seiner Oberfläche fehlen, Mikroorganismen aus dem Meere nicht enthält, dass vielmehr alle unter diesen Verhältnissen in der Seeluft angetroffenen Mikroorganismen vom Lande herrühren. Ist nun unsere oben ausgesprochene Vermuthung, wonach die Entfernung der Mikroorganismen von ihrer Ursprungsstätte auf dem Wege durch die Luft nur eine beschränkte ist, richtig, so muss der Keimgehalt der Seeluft mit der Entfernung vom Lande abnehmen, die Seeluft bei genügendem Abstande vom Lande und, sobald derselben aus dem Meere Mikroorganismen nicht zugeführt sind, keimfrei gefunden werden, und erhalten wir auf diese Weise eine Vorstellung von der Entfernung, welche diese Gebilde auf ihrem Wege durch die Luft zurückzulegen im Stande sind.

Von diesen Gesichtspunkten aus gestaltete sich der Untersuchungsplan in Kürze folgendermaassen: In erster Linie musste durch eine Anzahl von in grösserer Entfernung vom Lande angestellten Versuchen ermittelt werden, ob die Luft daselbst unter den gewöhnlichen Verhältnissen keimfrei ist. Erst wenn dieser Nachweis erbracht war, sollten womöglich durch Versuche in der Nähe des Landes auch die Grenzen, bis zu welchen Mikroorganismen in der Seeluft vordringen, festgestellt werden. Falls indess unserer Vermuthung entgegen selbst bei grosser Entfernung vom Lande in der Seelnft, regelmässig oder auch nur zeitweise, Mikroorganismen aufgefunden wurden, sollte weiter der Versuch gemacht werden, etwas Näheres über deren Herkunft in Erfahrung zu bringen und namentlich zu eruiren, ob dieselben etwa dem Meere entstammten. Zu diesem Zwecke waren gleichzeitig systematische Untersuchungen des Seewassers auf Menge, Art und Verhalten der darin vorhandenen Mikroorganismen in Aussicht genommen, in der Erwartung, dadurch vielleicht in den Stand gesetzt zu werden, die dem Meerwasser entstammenden Mikroorganismen der Seeluft als solche zu erkennen und in Abzug zu bringen.

Die für S. M. Schiff „Moltke“ vorgeschriebene Reiseroute musste mit Rücksicht auf die beabsichtigten Versuche als günstig bezeichnet werden, denn nicht nur in Bezug auf Entfernung vom Lande, sondern in Bezug auf alle Verhältnisse, von denen man annehmen konnte, dass sie auf den Keimgehalt der Seeluft von Einfluss sein konnten, wie z. B. Richtung und Stärke des Windes, Seegang, Temperatur, atmosphärische Niederschläge u. s. w. war eine grosse Mannigfaltigkeit und damit auch eine Mannigfaltigkeit der Versuchsbedingungen in Aussicht gestellt.

Von Wilhelmshaven, woselbst die Reise am 11. October angetreten wurde, dampfte das Schiff durch die Nordsee und den englischen Kanal, hierbei in Plymouth einen kurzen Aufenthalt nehmend. Auf der nunmehr folgenden, fast ausschliesslich unter Segel bewerkstelligten Fahrt durch den Atlantischen Ocean wurde Ende October Madeira, sowie im November den Cap Verde'schen Inseln ein Besuch abgestattet, und fand in der ersten Hälfte des December im Nordostpassat, auf 17—13 Grad nördlicher Breite die Ueberfahrt nach Barbados statt. Von Mitte December bis Mitte Februar wurden auf Kreuztouren bei den kleinen Antillen und im Caraibischen Meer Trinidad, S. Vincent, La Guayra, S. Croix und S. Thomas in der angegebenen Reihenfolge besucht. Auf der Rückreise segelte das Schiff von S. Thomas aus erst in fast nördlicher Richtung bis zur Gegend der Rossbreiten, wandte sich alsdann den Azoren zu, setzte von da nach kurzem Aufenthalt die Reise nach England fort und traf am 11. März in Plymouth ein. Ende März wurde Wilhelmshaven erreicht, von dort kehrte das Schiff am 1. April in den Heimathshafen Kiel zurück.

Bei der Wahl der Untersuchungsmethode entschied ich mich für die von Koch unter Benutzung des festen Nährbodens eingeführte, die zweifellos von allen bis jetzt bekannten die zuverlässigsten Resultate bietet, und da es mir beim Vorhandensein von Mikroorganismen in der Seeluft darauf ankam, auch deren Mengenverhältniss kennen zu lernen, so benutzte ich zumeist das von Hesse[1] ausgebildete Verfahren, bei welchem abgemessene Luftmengen mit bestimmter Geschwindigkeit durch mit Nährgelatine ausgekleidete Glasröhren geleitet werden. Ich befolgte dabei genau die von Hesse in der mehrfach citirten Arbeit gegebenen Vorschriften, so dass ich auf dieselben einfach verweisen darf. Einige unbedeutende, durch die Verhältnisse gebotene Abänderungen sollen später noch besonders erwähnt werden. Auch mit einer Nährgelatineschicht

---

[1] Ueber quantitative Bestimmung der in der Luft enthaltenen Mikroorganismen. *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte.* 1884. Bd. II. S. 182—207. — Hueppe, *Die Methoden der Bacterienforschung.* 1885. S. 166 u. 167.

versehene Glasplatten nach Koch (sogenannte Plattenculturen) kamen mehrfach bei den Untersuchungen zur Verwendung. Ursprünglich beabsichtigte ich dieselben regelmässig gleichzeitig mit dem Hesse'schen Verfahren in Anwendung zu bringen, namentlich aber sollte von ihnen in allen Fällen Gebrauch gemacht werden, bei welchen die zu untersuchende Luft voraussichtlich keimfrei war. Leider zeigte es sich indess, dass es beim Giessen der Platten kaum zu vermeiden war, dass ein Paar Keime aus der Luft des räumlich sehr beschränkten Laboratoriums (meist Schimmelpilze) auffielen und das Versuchsergebniss störten. Eine Zeit lang benutzte ich daher, um diesen Fehler auszuschalten, nur Platten, welche einige Tage vorher angefertigt waren und seitdem unberührt in den als feuchte Kammer verwandten Glasschalen bez. Glocken gestanden hatten. Die beim Aufgiessen der Gelatine u. s. w. aufgefallenen Keime waren alsdann zu sichtbaren Colonieen herangewachsen, sie konnten gezählt und späterhin in Abzug gebracht werden. Indess auch so machten sich noch Schwierigkeiten bemerkbar. Mehrfach schien es nämlich, als ob die nach dem Luftversuch hinzugekommenen Colonieen von den früheren (Verunreinigung beim Anfertigen der Platten) ausgegangen waren. Ein Fall war in dieser Beziehung sehr instructiv und lässt sich meiner Ansicht nach gar nicht anders erklären.

Als eine drei Tage alte, mit einer Gelatineschicht von 80 ^{qcm} versehene Platte, auf welcher sich in den beiden einander schräg gegenüber liegenden Ecken je eine hanfkorngrosse Colonie von Penicillium glaucum befand, 15 Stunden lang der Seeluft, unter Verhältnissen, unter denen dieselbe nach meinen jetzigen Erfahrungen Keime nicht enthielt, ausgesetzt war, wuchsen im Ganzen noch acht weitere Schimmelpilzcolonieen derselben Art und zwar auf einem höchstens 15 ^{qcm} grossen, schmalen, dreieckigen Raum — die übrigen 65 ^{qcm} der Gelatine waren vollständig frei — und bildete die Spitze des Dreiecks eine der alten Schimmelpilzcolonieen. Offenbar waren demnach die acht hinzugetretenen Colonieen von der einen ursprünglich vorhandenen ausgegangen, indem von der letzteren durch die darüber hinwegstreichende Luft Keime auf die Platte geweht worden waren.

Am liebsten hätte ich nach diesen Erfahrungen weiterhin die von Koch benutzten Luftuntersuchungsgläser[1] oder, was mir noch vortheilhafter erschien, an Stelle der Glasplatten grosse, ganz flache, gläserne Näpfe oder Teller, welche mit Gelatine beschickt in die feuchte Kammer gebracht und mit dieser zugleich sterilisirt werden konnten, benutzt, es wäre dadurch der beschriebene Versuchsfehler mit Sicherheit vermieden worden, indess konnte ich solche nicht beschaffen, ich sah mich daher genöthigt an Stelle derselben runde blecherne Teller von 14 bis 18 ^{cm} Durchmesser mit einem 3 ^{cm} hohen senkrechten Rand zu verwenden. In

[1] *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt.* 1881. Bd. I. S. 33.

diese wurde so viel Nährgelatine gebracht, dass der Boden mit einer etwa 5 mm dicken Schicht bedeckt war, alsdann ein übergreifender blecherner Deckel, in welchen angefeuchtetes Filtrirpapier eingelegt war, aufgesetzt und das Ganze mit heissem Dampf sterilisirt. Nachdem dann die Gelatine bei horizontaler Lage des Tellers erstarrt war, wurde der ganze Apparat an die Stelle gebracht, an welcher die Luft untersucht werden sollte, erst jetzt der Deckel abgehoben, mit der nach unten sehenden Oeffnung auf einen mit 1 ‰ Sublimatlösung gereinigten Porzellanteller und nach Beendigung des Versuchs wieder auf den Blechteller aufgesetzt. Die später gewachsenen Colonieen waren ganz gut zu erkennen und bot deren Zählung, zumal es sich meist um eine verhältnissmässig geringe Anzahl handelte, keine Schwierigkeiten.

Als Nährflüssigkeit wurde die bekannte Fleischwasserpeptongelatine mit 10 Procent Gelatine verwandt, nur sobald wegen hoher Aussentemperaturen diese Gelatine nicht genügend fest wurde, kam eine solche von 1 Procent Agar-Agar und 5 Procent Gelatine zur Verwendung, welche letztere stets rasch und gut erstarrte.

Zum Erstarren der Gelatine wurden die Hesse'schen Röhren sowohl als auch die Platten und Blechteller auf ein sogenanntes Schlingerbrett, ein ähnlich einer Waageschale an den vier Ecken durch Schnüre getragenes, unter Deck an einem Haken aufgehängtes und in der Mitte an seiner unteren Fläche genügend beschwertes Brett gebracht, welches selbst bei stärkeren Bewegungen — beispielsweise einmal als das Schiff nach jeder Seite um 20 bis 25 Grad schlingerte — das Erstarren der Gelatine in der erforderlichen horizontalen Schicht ermöglichte.

Bevor ich nunmehr auf die Beschreibung des Orts der Luftentnahme übergehe, halte ich es für zweckmässig, die zum leichteren Verständniss beigegebene Skizze (s. Taf. V), welche das Oberdeck S. M. Schiff „Moltke", woselbst sämmtliche Untersuchungen der Seeluft ausgeführt wurden, aus der Vogelperspective darstellt, mit einigen Worten zu erläutern. Dasselbe ist 76 m lang, misst an der breitesten Stelle 13 m und liegt ca. 5 m oberhalb der Wasserlinie. Die meisten Versuche wurden auf dem Bootsdeck *e* angestellt, einem etwas vor der Mitte des Schiffes, 2 m oberhalb des Oberdecks befindlichen, mit einem Geländer versehenen Deck, auf welchem die schweren Boote (Decksboote) *f* untergebracht sind. Zu mehreren Versuchen wurde die Luft vom Fallreep *g* aus, einem kanzelartig jederseits von dem Oberdeck ausgehenden, ca. 2 m langen Ausbau, zu welchem die Schiffstreppe hinanführt, entnommen. Als fernere Stellen, an denen die Luftentnahme stattfand, sind zu nennen: Die äusseren Seitenboote (Kutter) *o*, welche in 9·5 m Höhe über der Wasserlinie, ca. 5 m von der Bordwand, abstehen; die am Hintertheil des Schiffes (Heck) befind-

liche Gig *q*, ein etwa 1 m von der Schiffswand abstehendes, von den beiden Davids *r* getragenes Boot; die schon genannten beiden Gigsdavids *r*, eiserne, von der Bordwand 2 m über dem Oberdeck schräg nach hinten und aussen abgehende Balken, an welchen die Gig gehisst wird, und schliesslich der Besansbaum *p*, ein vom Kreuzmast *m*, etwa 2 m über dem Oberdeck horizontal nach hinten verlaufendes, das Heck um 4 m überragendes Rundholz. Abgesehen von den bereits erwähnten Booten u. s. w. wird der Schiffsrumpf vorn von dem sogenannten Vorgeschirr *a*, welches sich ca. 20 m weit vom Schiff nach vorn erstreckt, sowie seitlich von den Raaen überragt, von denen beispielsweise die Grossraa *i* in 13 m Höhe über dem Oberdeck bei zur Längsachse des Schiffes rechtwinkliger Stellung auf jeder Seite ca. 6 m über den Schiffskörper hinausragt.

Die auf der Skizze eingezeichneten Pfeile sollen die jedesmalige Windrichtung angeben. Die beigefügten Zahlen drücken den Winkel, welchen der in der Richtung des betreffenden Pfeiles einfallende Wind mit der Längsachse des Schiffes und damit mit der Kurslinie macht, in Kompassstrichen (ein Strich = der achte Theil eines rechten Winkels) aus. Wind genau von vorne, somit parallel dem Kurs ist durch 0′, Wind genau von achtern durch 16′, Wind senkrecht auf den Kurs durch 8′, Wind, der den Kurs von vorne unter einem Winkel von 45° schneidet, ist durch 4′ und solcher, der von achtern und seitlich unter demselben Winkel die Kurslinie trifft, durch 12′ bezeichnet u. s. f. Die Pfeile auf der rechten Hälfte bedeuten, dass der Wind von der rechten = Steuerbord-, die auf der linken, dass er von der linken = Backbordseite des Schiffes kommt.

Das Oberdeck wurde für die Entnahme der Luft gewählt, weil man sich daselbst am freiesten und ungehindertsten bewegen und alle Verhältnisse, die auf den Keimgehalt der Luft von Einfluss waren, am Besten übersehen konnte, schliesslich aber auch, weil eine gewisse Entfernung von der Wasseroberfläche zur Vermeidung einer Beschädigung bez. Verunreinigung der Apparate durch das Seewasser geboten war.

Um zu verhüten, dass der zu untersuchenden Luft Keime aus dem Schiff zugeführt wurden, fand die Luftentnahme immer möglichst an derjenigen Stelle statt, an welcher der einfallende Wind zuerst auf das Schiff traf, d. h. da, wo der die Richtung des einfallenden Windes angebende Pfeil bei seiner Verlängerung das Schiff zuerst berühren würde. Bei den ersten Versuchen, bei welchen die Versuchsröhre auf dem Hesse'schen Statif befestigt war, wurde letzteres so nahe an die Schiffswand gebracht, dass ihr freies Ende dieselbe noch um ca. 0·5 m überragte. Diese Vorsicht war geboten, da die Luft auf dem Oberdeck selbst, auf See sowohl wie im Hafen, nie frei von Keimen gefunden wurde. Auf einer am 12. October Vormittags in der Nordsee, bei seitlichem Wind auf dem Bootsdeck *e*

dicht am Rande des Schiffes eine Stunde lang der Luft ausgesetzten Platte wuchsen ca. 1000 Colonieen und auf einer zweiten am Nachmittag ebensolange auf einem der Decksboote *f* exponirten kamen 50 Colonieen zur Entwickelung. Ausdrücklich sei erwähnt, dass bei diesen Versuchen stets darauf geachtet wurde, dass nicht etwa Personen in der Nähe der aufgestellten Platten beschäftigt waren. Auf einer Platte, welche in Porto Grande (Cap Verde'sche Inseln), als das Schiff ca. eine Seemeile vom Lande entfernt vor Anker lag, eine halbe Stunde lang auf dem Bootsdeck der Luft ausgesetzt war, wuchsen 44 Colonieen (darunter 6 Schimmelpilze).

Es mag bei dieser Gelegenheit erwähnt sein, dass eine ebensolche Platte, die zum Vergleich zur selben Zeit und ebenso lange in der unter dem Oberdeck befindlichen Batterie der Luft ausgesetzt war, 92 Colonieen (darunter 50 Schimmelpilze) und eine dritte Platte, die in derselben Weise in dem unterhalb der Batterie gelegenen Zwischendeck aufgestellt war, 139 Colonieen (darunter 77 Schimmelpilze) aufwies, woraus hervorgeht, dass die Luft der tiefer gelegenen Schiffsräume einmal mehr Keime, dann aber auch verhältnissmässig viel mehr Schimmelpilzkeime enthielt als am Oberdeck.

Von 2 Platten mit gleich grosser Gelatineschicht (90 qcm), welche auf der Reise von Madeira nach den Cap Verde'schen Inseln bei Wind von achtern (16') zur gleichen Zeit $2^1/_2$ Stunden lang am Oberdeck aufgestellt waren, zeigten sich auf der dem Wind zunächst, in der Gig *q* befindlich gewesenen 7, dagegen auf der, auf einem der Decksbote *f* aufgestellten 163 Colonieen, es hatte somit die Luft im hinteren, dem Winde zugewandten Abschnitt des Schiffes bedeutend weniger Keime enthalten, als im vorderen, vom Winde abgekehrten.

Bei der Luftentnahme wurde ausserdem noch darauf geachtet, dass sich nichts vom Schiff, d. h. weder Personen noch Theile der Takelage, der Boote, sowie der sonst den Schiffsrumpf überragenden Gegenstände in der Windrichtung vor der Untersuchungsröhre befanden.

Indess trotz aller dieser Vorsichtsmaassregeln gelang es noch nicht eine Beimischung von Keimen des Schiffes zu der zu untersuchenden Luft mit Sicherheit zu vermeiden, wahrscheinlich beruhte dies darauf, dass sich an der Peripherie des Schiffes zuweilen Nebenströmungen in der Luft bildeten, durch welche Keime von der Aussenwand des Schiffes, bez. vom Oberdeck bez. aus der Takelage vor die Oeffnung der Versuchsröhre gebracht wurden. In der That wurde mehrmals bei seitlichem Wind auf dem Bootsdeck an der Aussenwand des Schiffes eine aufsteigende Luftströmung beobachtet. In ähnlicher Weise wurde wiederholt bei Wind von achtern, namentlich bei schwachem Wind und, wenn das Schiff unter Segel war, im hinteren Abschnitt des Oberdeckes sowie über der Gig *q*, eine Bewegung der Luft von vorne nach hinten d. h. der herrschenden Windrichtung gerade entgegengesetzt wahrgenommen.

Dass der bei den ersten Versuchen gewählte, 0.5 m betragende seitliche Abstand des freien Endes der Versuchsröhre von der Schiffswand noch nicht ausreichte, um den durch Beimischung von Keimen aus dem Schiff zur Untersuchungsluft bedingten Fehler mit Sicherheit zu vermeiden, ging auch aus einem vergleichenden Versuch mit zwei Blechtellern, die auf der Fahrt von La Guayra nach S. Croix bei seitlichem Wind am Fallreep *g* gleichzeitig vier Stunden lang der Luft ausgesetzt waren, direct hervor, indem auf dem in 0.5 m Abstand von der Schiffswand aufgestellten Teller 17, dagegen auf dem in 6 m Abstand aufgestellten, mit einer etwas grösseren Gelatineschicht versehenen Teller nur sieben Colonieen wuchsen.

Es erschien daher geboten, die Luft in grösserer Entfernung vom Schiff, wo solche Nebenströmungen nicht mehr zu befürchten waren, zu entnehmen. Zu diesem Zwecke wurde die Hesse'sche Versuchsröhre fernerhin jedesmal auf einer $5^1/_2$ m langen Stange derart befestigt, dass ihr freies Ende dieselbe noch um mindestens 0·3 m überragte und diese Stange, an deren oberen Seite in einer Rinne eine Glasrohrleitung die Verbindung der Versuchsröhre mit dem Aspirator vermittelte, möglichst weit über die Schiffswand hinausgeschoben. Auf diese Weise gelang es nunmehr bei den Versuchen auf dem Bootsdeck *e* das freie Ende der Röhre mindestens 4·5 m weit über die Schiffswand hinauszuverlegen und fand beim Anbringen der Stange am Fallreep *g* und an den Gigdavids *r* die Entnahme der Luft in 6 m, bei dem Versuche am Besansbaum *p* in 8 m und bei dem im Kutter *o* sogar in 10 m seitlichem Abstand vom Schiffskörper statt.

Die senkrechte Entfernung der Versuchsröhre von der Wasseroberfläche betrug bei den Versuchen auf dem Bootsdeck, an den Gigdavids und am Besansbaum 7 bis 8 m, am Fallreep nur 5·5 m, bei dem Versuch im Kutter aber nahezu 10 m. Sobald das Schiff bei stärkerem Seegang u. s. w. schlingernde bez. stampfende Bewegungen machte, variirte dieser Abstand natürlich, es kam hierbei namentlich bei den Versuchen am Fallreep gelegentlich vor, dass sich die Versuchsröhre bis auf ca. 1 m der Wasseroberfläche näherte.

Vor Beginn des Versuches wurde das äussere Ende der Stange sowie die Versuchsröhre, soweit sie die Stange überragte, mit einer 1 ‰ Sublimatlösung abgewaschen und erst, nachdem die Röhre mindestens 0·5 m über die Schiffswand hinausgeschoben war, die äussere Gummikappe entfernt. Am Schlusse des Versuches wurde die Stange anfangs jedesmal nur soweit eingeholt, dass das Ende der Röhre noch um 0·5 m von der Schiffswand abstand und erst nach Aufsetzen der Kappe die Stange sammt der Röhre an Bord genommen. In ganz ähnlicher Weise wurde mit den Blechtellern verfahren, welche bei den späteren Versuchen ebenfalls vermittelst der erwähnten Stange in der angegebenen Entfernung vom Schiff der Luft

ausgesetzt wurden, indem das Abnehmen bez. Wiederaufsetzen des Deckels immer in mindestens 0·5 m Abstand von der Schiffswand vorgenommen wurde. Wir werden später aus den Versuchsergebnissen ersehen, dass es nunmehr gelang, eine Beimengung von Keimen aus dem Schiff zu der zu untersuchenden Luft in den meisten Fällen zu vermeiden.

Als Aspirator wurden anfangs 2 Halbliterflaschen in der von Hesse angegebenen Weise benutzt, da dies aber bei den grossen Mengen der aspirirten Luft sehr umständlich und mühselig war, wurde später die Aspiration der Luft durch 2 je 16 Liter haltende Flaschen bewerkstelligt.

Die Menge der durch die Versuchsröhre geleiteten Luft betrug anfangs 20 bis 40, weiterhin aber selten unter 80, mehrfach über 100 und einmal sogar 208 Liter.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft aspirirt wurde, schwankte zwischen 60 und 180 Secunden pro Liter, bei den meisten Versuchen betrug sie 110—130 Secunden, sie stimmte mithin in diesen Fällen mit der von Hesse geforderten überein. Aus der Vertheilung der Colonieen in den Röhren geht am Besten hervor, dass die Geschwindigkeit richtig gewählt war. Um indess sicher zu sein, dass nicht etwa Keime durch die ganze Versuchsröhre mitfortgerissen waren, wurde ausserdem noch bei den meisten Versuchen, namentlich aber in fast allen Fällen, in denen nach dem Versuch keine Colonieen in den Röhren erschienen, der innere Wattepfropfen, welchen die Luft beim Verlassen der Röhre passirt hatte, in der von Hesse beschriebenen Weise auf Keime untersucht, d. h. etwas Gelatine in der Röhre vorsichtig verflüssigt und der in die Röhre hineingestossene Wattepfropfen damit getränkt, wobei jedoch in dem Pfropfen nie Keime nachgewiesen werden konnten.

Die Dauer der einzelnen Versuche schwankten zwischen $^1/_2$ und 15 Stunden, sie betrug indess in den meisten Fällen 2 bis 4 Stunden. Die Mehrzahl der Versuche fand am Tage statt, nur einige Male wurden mit Gelatine versehene Platten bez. Blechteller auch die Nacht über der Luft ausgesetzt.

Die weitere Beobachtung der im Versuch gewesenen Röhren, Platten und Blechteller fand in der Weise statt, dass dieselben gewöhnlich nach Ablauf von 48 Stunden zum ersten Male, von da ab aber regelmässig täglich auf etwa gewachsene Colonieen untersucht wurden. Die Temperatur im Laboratorium, woselbst die Röhren u. s. w. nach dem Versuch aufbewahrt wurden, war stets um mehrere Grade höher als die Aussentemperatur, sie kam von Anfang November bis Ende Februar nie unter 20° C., betrug in den Tropen durchschnittlich 30° C. und fiel Mitte und Ende März, als es am kältesten war, nur selten und immer nur ganz vorübergehend auf 10° C. Der Tag, an welchem zuerst Colonieen zu er-

kennen waren, wurde stets notirt, und ergab es sich dabei, dass in den Röhren selbst während des Aufenthaltes in den kälteren Gegenden, die aufgefallenen und zur Entwickelung gelangten Keime spätestens nach 5 × 24 Stunden sämmtlich zu sichtbaren Colonieen herangewachsen waren. Einmal wurde erst 14 Tage nach dem Versuch das Vorhandensein einer Colonie constatirt, hier war indess die Röhre längere Zeit nicht nachgesehen worden und in 2 Fällen, bei welchen erst am 8. bez. 9. Tage Colonieen in den Röhren aufgefunden wurden, handelte es sich wahrscheinlich nicht um solche, die aus Keimen der untersuchten Luft hervorgegangen waren, sondern um nachträglich in die Röhren gelangte Verunreinigungen. Stets wurde bei den in den Röhren gewachsenen Colonieen die Entfernung von der Eingangsöffnung bestimmt. Alle Colonieen, mit Ausnahme der Schimmelpilze, welche letztere nach dem makroskopischen Verhalten, sowie nach der wiederholt ausgeführten mikroskopischen Untersuchung stets den bekannteren Arten von Penicillium, Aspergillus und Mucor angehörten, wurden ausserdem regelmässig noch mikroskopisch untersucht, und Reinculturen davon angelegt.

Die Beobachtung der Röhren wurde namentlich, wenn nach der gewöhnlichen Zeit Wachsthum nicht aufgetreten war, möglichst lange fortgesetzt, nur einmal wurde in den Tropen in Folge eines Versehens eine Röhre, in der nichts gewachsen war, schon 6 Tage nach dem Versuch vernichtet, ferner schmolz einmal die Gelatine beim Uebergang in wärmere Gegenden am 10. Tage, ohne dass bis dahin Wachsthum in der Röhre zu bemerken gewesen war, und endlich zerbrach eine Röhre, als etwas Gelatine zur Untersuchung des Wattepfropfens verflüssigt wurde am 13. Tage, ohne dass bis dahin etwas gewachsen war, alle übrigen Röhren, in denen keine Colonieen gewachsen waren, wurden in den wärmeren Gegenden mindestens 10, in den kälteren aber mindestens 14 Tage lang beobachtet.

Bei den unter Benutzung der Glasplatten und Blechteller mit ganz wenig Ausnahmen während des Aufenthaltes in den wärmeren Gegenden angestellten Versuchen, waren die aufgefallenen Keime gewöhnlich schon nach 2 × 24 Stunden sämmtlich zu gut erkennbaren Colonieen herangewachsen, so dass sie in der Regel nicht länger als 4 × 24 Stunden beobachtet zu werden brauchten.

Es erübrigt nun noch mit einigen Worten auf diejenigen Verhältnisse einzugehen, welche sowohl unseren Voraussetzungen nach als auch nach den bisher bei Luftuntersuchungen gewonnenen Erfahrungen von Einfluss auf den Keimgehalt der Seeluft sein konnten, und deshalb bei jedem einzelnen Versuch Berücksichtigung finden mussten.

Dahin gehört zunächst die Entfernung vom Lande, denn wir gingen ja von der Annahme aus, dass unter sonst gleichen Bedingungen die Seeluft um so weniger Mikroorganismen enthält, je grösser der Abstand vom Lande ist. Aufenthaltsort des Schiffes und Entfernung vom nächsten Lande wurden daher bei jedem Versuch bestimmt. Der Einfachheit halber ist unten als Ort des Schiffes stets derjenige, an welchem sich das Schiff um die Mitte des Versuches befand, und als Entfernung vom Lande die während der Dauer des Versuches durchschnittliche und zwar in Seemeilen angegeben.

Nächst der Entfernung vom Lande musste dem Wind sowohl in Bezug auf Richtung als auch in Bezug auf Stärke besondere Bedeutung beigemessen werden, denn nach unseren Vorstellungen konnte es beispielsweise in der Nähe des Landes nicht gleichgültig sein, ob der Wind über Land oder von der See her kam, und war ferner anzunehmen, dass durch einen stärkeren Wind die Mikroorganismen weiter auf das Meer hinausgeführt werden würden als durch einen schwächeren. Wie schon erwähnt, ist die jedesmalige Windrichtung in Compassstrichen zur Längsachse des Schiffes *i. e.* Curslinie angegeben. Land in der Windrichtung ist unten nur dann mit Namen aufgeführt, wenn es weniger als 500 Seemeilen entfernt war. Die Windstärke musste, abgesehen von dem bereits Erwähnten, auch schon deshalb Berücksichtigung finden, weil von ihr, bis zu einem gewissen Grade wenigstens, die Zerstäubungsvorgänge an der Meeresoberfläche abhängig sind, von denen wir ja voraussetzten, dass sie möglicherweise der Seeluft Keime aus dem Seewasser zuführen. Um sich ein Bild von dem jeweiligen Verhalten der Meeresoberfläche machen zu können ist ausserdem noch bei jedem einzelnen Versuch die Stärke des Seeganges angegeben, und zwar ist dieselbe in der bei Seeleuten üblichen Weise in Zahlen von 0 bis 9 ausgedrückt, bei welchen 0 vollkommen glatte, ruhige See, 9 dagegen gewaltige schwere See (hohe Wellenberge), die dazwischen liegenden Zahlen von 1 bis 8 aber die allmählichen Uebergänge bezeichnen.

Von atmosphärischen Niederschlägen wissen wir, dass sie ebenso wie den Staub auch die Mikroorganismen aus der Luft abzuscheiden vermögen, es wurde daher jedesmal auf Niederschläge besonders geachtet, und ist es unten bei jedem einzelnen Versuch ausdrücklich erwähnt, wenn während des Versuchs selbst oder in der Zeit zwölf Stunden vor dem Versuch irgend welche Niederschläge vorhanden waren.

Leider kam ich nicht dazu, auch die Niederschläge, wie ich dies anfangs beabsichtigte, von Zeit zu Zeit auf etwa darin vorhandene Mikroorganismen zu prüfen, wodurch zweifellos eine werthvolle Controle für die übrigen Untersuchungen gewonnen worden wäre.

Ich gehe nunmehr auf die Versuche selbst über. Alle unter Anwendung des Hesse'schen Verfahrens ausgeführten Versuche sind in der Tabelle I übersichtlich zusammengestellt, von jedem einzelnen ist ein Auszug aus dem Versuchsprotokoll mitgetheilt, welcher die wichtigsten Daten über die äusseren Verhältnisse, über die ganze Versuchsanordnung, sowie endlich über die Ergebnisse jedes einzelnen Versuchs enthält.

Die ersten beiden (1 und 2 der Tabelle) wurden auf der Fahrt von Wilhelmshaven nach Plymouth in der Nordsee, bez. im englischen Kanal angestellt. Beide Male war Land (holländische bez. englische Küste) in ungefähr gleichgrosser Nähe (22 bis 24 Meilen), die Stärke des Windes und des Seegangs differirte nicht wesentlich, dagegen kam der Wind im englischen Canal von der zunächst gelegenen Küste, in der Nordsee aber von der See her. Zu beiden Versuchen wurde die Luft auf derselben Stelle des Bootsdecks in 0·5^{m} Abstand vom Schiff mit einer Geschwindigkeit von 2·8 bez. 2·1 Minuten pro Liter entnommen. 20 Liter in der Nordsee enthielten nur einen Keim (= Bacillen), 40 Liter im englischen Canal dagegen 11 (= 7 Schimmelpilze, 2 Bacillen, 1 Mikrokokken und 1 Hefe), die Luft im englischen Canal mithin fast sechs Mal so viel Keime als die in der Nordsee.

Nach dem in ganz ähnlicher Weise im Hafen von Plymouth ausgeführten Versuch 3 enthielt die Luft daselbst in 40 Litern 9 Keime, und zwar ausschliesslich Schimmelpilze.

Die Versuche 4 bis 8 fanden auf der Reise von Plymouth nach Madeira statt, beim Versuch 4 waren die Scilly-Inseln in ca. 40 Meilen Entfernung, beim Versuch 8 passirte das Schiff die kleine, in der Nähe von Madeira gelegene Insel Porto Santo, die Versuche 5 bis 7 wurden dagegen in grösserer Entfernung vom europäischen Festlande (160 bis 250 Meilen) angestellt. Nur beim achten Versuche kam der Wind, und zwar etwa eine Stunde lang über die erwähnte kleine, 10 Meilen entfernte Insel, sonst immer über den Ocean aus einer solchen Richtung, dass er stets mehr als 500 Meilen, ohne Land berührt zu haben, zurückgelegt haben musste. 40 Liter Luft beim Versuch 4 und 67 beim Versuch 5, auf dem Bootsdeck mit einer Durchflussgeschwindigkeit von 1·5 bez. 1·7 Minuten pro Liter entnommen, wurden keimfrei gefunden, ebenso 90 Liter Luft beim Versuch 8 trotz der verhältnissmässig grossen Nähe der allerdings nur wenig fruchtbaren und auch nur schwach bevölkerten Insel Porto Santo. Beim Versuch 6, bei welchem die Röhre am Heck zwischen der Gig und dem Kutter aufgestellt war, fand eine Versuchsstörung statt, indem ein Mann ein Paar Augenblicke in der Windrichtung vor der Röhre beschäftigt war, ohne dass die Aspiration der Luft rechtzeitig unterbrochen wurde. In der Röhre, durch welche nur 14 Liter Luft ge-

Tabelle I. Seeluftuntersuch[illegible]

Nummer	Datum und Zeit	Reise-abschnitt und Aufent-haltsort des Schiffes	Nächstes Land	Entfernung desselben in See-meil.	Curs	Fahrgeschwindigkeit des Schiffes in Knoten	Windrichtung in Strichen zum Curs	Windstärke, Beauforts Scala. 0—12	Nächstes Land in der Windrichtung	Entfernung desselben in See-meil.	Stärke des Seeganges 0—9	Temperatur °C.
1	12./10. 10¼ a. m. bis 11½	Wilhelms-haven-Plymouth Nordsee 53° 3′ N Br. 4° 4′ O L.	Texel	22	SW	9	stbd[1] 8—9′	5	Englische Küste (Aberdeen)	300	3	11·2
2	13./10. 10¼ a. m. bis 11¾	do. Englischer Canal 50° 24′ N 0° 27′ W	Englische Küste (Selsea Bill)	24	W½S	8	stbd 6′	6	Engl. Küste (Selsea Bill)	24	3	8·2
3	20./10. 10 bis 11½ a. m.	Plymouth Rhede	Mount Edge-combe	1	vor Anker liegend		stbd 6′	1	Mount Edge-combe	1	1	7·8
4	21./10. 1½ bis 3 p. m.	Plymouth —Madeira Atlant. Ocean 49° 12′ N 6° 43′ W	Scilly Inseln	38 1 42	SWzS	5	stbd 5—6′	5	—	—	5	10·5
5	22./10. 1½ bis 4 p. m.	do. 47° 27′ N 8° 48′ W	Fran-zösische Küste (Ouessant)	160	S	1	stbd 6′	4	—	—	3	12·3
6	23./10. 1 bis 1½ p. m.	do. 46° 56′ N 9° 20′ W	Spanische Küste (Cap Orte-gal)	200	SSW	4	stbd 13′	3	—	—	3	12·4

[1] stbd bedeutet steuerbord.

…t Glasröhren nach Hesse.

	Luftmenge Ltr.	Durchflusszeit pro Liter in Minuten	Länge der Versuchsröhre cm	Durchmesser der Versuchsröhre cm	Zahl der gewachs. Col.	Entfernung v. d. Eingangsöffnung in cm	Arten	Erstes Wachsthum beobachtet am:	letzte Beobachtung am:	Bemerkungen.
eck ·5m nd ler fs- d.	20	2·8	70	3·5	1	1=3	Bacillen	17/10.	23/10.	Bacillen, klein, kurz, mit abgerundeten Enden, kurze Fäden bildend, die Gelatine verflüssigend.
	40	2·1	do.	do.	11	2=1 [1] 2=2 2=2 1=3 1=4 1=15 1=15 1=16	Bacillen Mikrokokken Hefe	16/10.	23/10.	Kleine fast kokkenartige die Gelatine verflüssigende und kleine, kurzovale, nicht verflüssigende Bacillen. Mittelgrosse, gelbliche, die Gelatine verflüssigende Mikrokokken.
	40	1·6	do.	do.	9	1=1 2=2 1=10 1=12 1=13 1=15 1=17 1=41	—	24/10.	1/11.	—
	40	1·5	do.	do.	0	—	—	—	6/11.	31./10. Pfropfen untersucht.
	67	1·7	do.	do.	0	—	—	—	6/11.	—
k)·5m	14	1·7	do.	do.	1	1=1	Mikrokokken	29/10.	6/11.	Ein Mann während des Versuchs in der Windrichtung vor der Röhre beschäftigt. Kleine Mikrokokken von grauweisser Farbe, die Gelatine nicht verflüssigend.

[1] Fettgedruckte Zahlen bedeuten Schimmelpilzcolonieen.

Tab[elle]

Nummer	Datum und Zeit	Reiseabschnitt und Aufenthaltsort des Schiffes	Nächstes Land	Entfernung desselben in Seemeil.	Curs	Fahrgeschwindigkeit des Schiffes in Knoten	Windrichtung in Strichen zum Curs	Windstärke, Beauforts Scala 0—12	Nächstes Land in der Windrichtung	Entfernung desselben in Seemeil.	Stärke des Seeganges 0—9	Temperatur °C.
7	27./10. 1½ bis 4 p. m.	Plymouth — Madeira. Atlantisch. Ocean 37° 35′ N 14° 50′ W	Portugisische Küste (Cap Roca)	250	SSW	2	stbd 15′ | bbd[1] 15′	2	—	—	4	18·0
8	29./10. 9—11 a. m.	do. 33° —′ N 16° 27′ W	Insel Porto Santo	20 1 10	S und SzO	9	bbd 6—7′	4	Porto Santo 9½—10½	10	3	19·5
9	1./12. 10 a. m. bis 12¾ p. m.	Cap Verde'sche Inseln — Barbados. Atl. Ocean. 16° 24′ N 27° 29′ W	S. Antonio (Cap Verde'sche Inseln)	140	W	6	stbd 10—11′	3	—	—	3	25·6
10	9./12. 1½ bis 4 p. m.	do. 15° 25′ N 48° 16′ W	Barbados	1250	WzS	5	16′	3	—	—	4	25·6
11	11./12. 2 bis 4¼ p. m.	do. 14° 36′ N 51° 58′ W	Barbados	450	WzS	3	stbd 11′	3	—	—	2	27·6
12	12./12. 1½ bis 5 p. m.	do. 14° —′ N 58° 43′ W	Barbados	350	WzS	5	stbd 8′	4	—	—	4	27·8

[1] bbd bedeutet backbord.

zung).

	Luftmenge Ltr.	Durchflusszeit pro Liter in Minuten	Länge der Versuchsröhre cm	Durchmesser der Versuchsröhre cm	Zahl der gewachs Col.	Entfernung v. d. Eingangsöffnung der gewachs Col. in cm	Arten der gewachs Col.	Erstes Wachsthum beobachtet am:	letzte Beobachtung am:	Bemerkungen.
n d r -	90	1·7	70	3·5	4	1=1 1=7 1=11 1=13	Hefe	2/11.	6/11.	
ck m	90	1·5 | 1·6	do.	do.	0	—	—	—	7/11.	7./11. Gelatine bei der hohen Aussentemperatur flüssig geworden.
ck m	90	1·6	do.	do.	7	1=1 1=2 1=3 1=5 1=7 1=14 1=42	—	4/12.	10/12.	
- m	160	1·0	do.	do.	0	—	—	—	22/12.	14./12. Pfropfen untersucht.
r m	160	1·0	do.	do.	0	—	—	—	22/12.	16./12. Pfropfen untersucht.
ep m	208	1·0 | 1·25	do.	do.	0	—	—	—	22/12.	

Tab

Nummer	Datum und Zeit	Reiseabschnitt und Aufenthaltsort des Schiffes	Nächstes Land	Entfernung desselben in Seemeil.	Curs	Fahrgeschwindigkeit des Schiffes in Knoten	Windrichtung in Strichen zum Curs	Windstärke Beauforts Scala 0—12	Nächstes Land in der Windrichtung	Entfernung desselben in Seemeil.	Stärke des Seeganges 0—9	Temperatur °C.	
13	18./12. 1¼ bis 4¼ p. m.	Barbados—Trinidad. Atl. Ocean. 12° 37′ N 59° 53′ W	Barbados	26	SWzS	6	bbd 8—9′	4	—	—	3	27·3	
14	10./1. 2½ bis 5½ p. m.	Trinidad — S. Vincent. Caraib. Meer. 13° 5′ N 62° 2′ W	S. Vincent	50 | 40	NzW	4	stbd 7′	3	S. Vincent	50 | 40	4	27·4	[illegible]
15	30./1. 1½ bis 5½ p. m.	La Guayra — S. Croix. Car. Meer. 15° 30′ N 65° 15′ W	Aves-Inseln	90	NzO	7	stbd 6′	5	Kl. Antillen. Guadeloupe	180	3	26·6	
16	17./2. 1½ bis 5½ p. m.	S. Thomas — Azoren. Atl. Ocean. 31° 4′ N 60° 0′ W	Bermudas-Inseln	250	ONO	5	stbd 7′	4	—	—	3	21·5	
17	18./2. 1¼ bis 5 p. m.	do. 32° 0′ N 56° 48′ W	Bermudas-Inseln	400	OzN	9	stbd 11′	6	—	—	4	20·8	
18	2./3. 1 bis 4 p. m.	Azoren — Plymouth. Atl. Ocean. 40° 19′ N 26° 7′ W	Azoren (Graciosa)	120	NOzO	4	stbd 15′	4	Azoren (Graciosa)	120	4	16·2	[illegible]

etzung).

[illegible]	Luftmenge Ltr.	Durchflusszeit pro Liter in Minuten	Länge der Versuchsröhre cm	Durchmesser der Versuchsröhre cm	Zahl der gewachs Col.	Entfernung v. d. Eingangsöffnung der gewachs Col. in cm	Arten der gewachs Col.	Erstes Wachsthum beobachtet am:	letzte Beobachtung am:	Bemerkungen.
eep 6m and der ffs- nd.	96	1·8	70	3·5	0	—	—	—	24/12.	24./12. Röhre zu einem neuen Versuch präparirt.
eep 6m	96	2·0	65	3·5	2	2=5	Bacillen verfl.	13/1.	16/1.	Bei Abnahme der äusseren Gummikappe bricht der Glasrand der Röhre mit der durchlöcherten Innenkappe ab, es wird somit die Luft durch eine 3·5 cm weite Oeffnung aspirirt. Aspiration während des Regens unterbrochen. 16./1. Die beiden seit dem 13./1. gewachsenen Colonieen haben die ganze Gelatineoberfläche überwuchert und verflüssigt.
o.	124	2·1	70	3·5	2	1=3 1=24	—	4/2.	10/2.	Segelexercitium während des Versuchs.
deck bd 5m	115	1·5	58	3·5	0 3	— 1=22 2=51	— Penicillium glaucum	— 25/2.	24/2. 28/2.	Am 24./2. noch kein Wachsthum zu sehen, am 25./2. zwei Schimmelpilzcolonieen an der Aussenseite des kleinen durch den Gummipfropfen gehenden Glasrohres in der Mitte zwischen dem Gummipfropfen und dem inneren Wattepfropfen, die Schimmelpilzcolonieen in 22 cm Entfernung von der Eingangsöffnung kleiner als die beiden am Ende der Versuchsröhre gewachsenen. Röhre am 17./2 Vormittags präparirt.
o.	112	2·0	61	3·5	0	—	—	—	28/2.	24./2. Pfropfen untersucht.
avids 6m	80	1·8	58	3·5	0	—	—	—	18/3.	Röhre am 18./3. zu einem Controlversuch benutzt, 32 Liter Luft auf der Rhede von Plymouth (1 Liter in 2 Min.) durchgeleitet. 21./3. Zahlreiche Schimmelpilze gewachsen.

Tabe

Nummer	Datum und Zeit	Reise-Abschnitt und Aufenthaltsort des Schiffes	Nächstes Land	Entfernung desselben in Seemeil.	Curs	Fahrgeschwindigkeit des Schiffes in Knoten	Windrichtung in Strichen zum Curs	Windstärke Beauforts Scala. 0—12	Nächstes Land in der Windrichtung	Entfernung desselben in Seemeil.	Stärke des Seeganges 0—9	Temperatur °C.
19	3./3. $1^1/_2$ bis $5^3/_4$ p. m.	Azoren—Plymouth. Atl. Occan. 42° 0′ N 22° 0′ W	Azoren (S. Miguel)	250	NO z O	8	stbd 15′	7	Azoren (Terceira)	250	6	15·0
20	4./3. $12^1/_2$ bis 5 p. m.	do. 48° 40′ N 19° 5′ W	Azoren (S. Miquel)	450	NO z O	7,5	stbd 15′	5	Azoren (S. Maria)	500	5	15·8
21	5./3. 9 a. m. | 4 p. m.	do. 45° 9′ N 14° 45′ W	Cap. Finisterre	300	NO z O	10	bbd 12—8′	8	—	—	5	12·4
22	6./3. $1^1/_2$ bis $5^1/_2$ p. m.	do. 45° 58′ N 12° 20′ W	Cap. Finisterre	200	NO	5	stbd 8—9′	4	Cap. Finisterre	200	3	12·0
23	8./3. 10 a.m. | $5^1/_4$ p. m.	do. 47° 54′ N 9° 42′ W	Französische Küste	200	ONO	5	stbd 7′	6	Spanische Küste	300	5	10·0
24	10./3. 10 a.m. | 2 p. m.	do. 49° 20′ N 7° 50′ W	Scilly-Inseln	60	ONO	3	stbd 5—6′	8	Franz. Küste	140	7	6·2

setzung.)

Luftentnahme	Luftmenge Ltr.	Durchflusszeit pro Liter in Minuten	Länge der Versuchsröhre cm	Durchmesser der Versuchsröhre cm	Zahl der gewachs. Col.	Entfernung v. d. Eingangsöffnung in cm	Arten	Erstes Wachsthum beobachtet am:	letzte Beobachtung am:	Bemerkungen.
lavid bd m	128	2·0	61	3·5	0	—	—	—	23./3.	18./3. Pfropfen untersucht.
lavid bd m	116	2·0 | 2·25	80	3·5	1	1=9	kurze Bacillen	9./3.	18./3.	Röhre unverschlossen bis zum 5./3. Vorm. aussenbords geblieben. Bacillen mikroskopisch sowie in Reinculturen mit einer im Seewasser auf der Reise v. d. Azoren nach Plymouth wiederholt gefund. Bacillenart übereinstimmend. Am 18./3. die Röhre zu einem Controlversuch benutzt, 16 Liter Luft in der Batterie (1 Liter in 3 Minuten), aspirirt, bereits am 21./3. 8 Colonieen (4 Schimmelpilze und 4 Bacterien) gewachsen.
lavid bd m	168	2·0 | 2·25	58	3·5	0	—	—	—	13./3.	Aspiration der Luft während der Regenschauer ferner üb. Mittg. eine kurze Zeit lang unterbrochen. Am 13./3. noch kein Wachsthum, am 14./3. eine Schimmelpilzcolonie und eine Sarcine auf der Gelatineschicht unmittelbar am Gummipfropfen. Sarcinecolonie in 37 cm von der Eingangsöffnung kleiner als die am Pfropfen, in einem Wassertropfen seitlich von der Gelatineschicht gelegen. Versuchsröhre ber. am 27./2. präparirt.
					3	1=37 1=57 1=57	Sarcine Sarcine	14./3.	18/3.	
sdeck bd 5m	88	2·0 | 2·25	49	3·8	0	—	—	—	18./3.	Röhre am 18./3. Nachmittags beim Anwärmen behufs Untersuchung d. Pfropfens zersprungen.
sdeck bd 5m	120	2·8 | 3·0	47	2·0	0	—	—	—	1./4.	18./3. Pfropfen untersucht.
sdeck bd 5m	120	2·0	90	2·0	1	1=8	—	15./3.	30./3.	

Tabel

Nummer	Datum und Zeit	Reise-Abschnitt und Aufenthaltsort des Schiffes	Nächstes Land	Entfernung desselben in Seemeil.	Curs	Fahrgeschwindigkeit des Schiffes in Knoten	Windrichtung in Strichen zum Curs	Windstärke Beauforts Scala. 0—12	Nächstes Land in der Windrichtung	Entfernung desselben in Seemeil.	Stärke des Seeganges 0—9	Temperatur °C.	…
25	11./3. $9^1/_2$ a. m. | $12^1/_2$ p. m.	Azoren—Plymouth. Englischer Canal. 49° 48′ N 5° 12′ W	Englische Küste	10 | 15	NO z O	6	stbd 1—2′	6	Engl. Küste	60	6	4·8	
26	11./3. $12^1/_2$—$5^1/_2$ p. m.	do. 50° 2′ N 4° 42′ W	do.	15 | 10	NO z O	7	stbd 1—2′	7	Engl. Küste	40 | 30	5	4·8	
27	25./3. $1^1/_4$ bis $6^1/_2$ p. m.	Plymouth—Wilhelmshaven. Engl.Canal. 50° 27′ N 0° 34′ W	do.	18 | 22	ONO	3—4	stbd 4—5′	1—2	Franz. Küste	70	1	8·8	3 St ver Vers 1 St lang Stad
28	26./3. $12^1/_4$—$5^1/_2$ p. m.	do. Nordsee 52° 26′ N 3° 12′ W	Holländische Küste	47	NO z N	9	stbd 13′	2—4	Belgische Küste	68	2	8·3	In d herg den sow Vorn sa Ne
29	30./3. 11 a. m. | 1 p. m.	Wilhelmshaven Rhede	Ostfriesische Küste	0·7	vor Anker liegend		stbd 5′ zur Längsaxe des Schiffs	7	Ostfriesische Küste	0·7	4	5·0	St Böe Schn Hag 1 St vor Ver
30	31./3. 1—5 p. m.	Wilhelmshav.—Kiel. Nordsee. 57° 12′ N 8° 15′ O	Jütische Küste Hanstholm	12	ONO | O z N	10 | 11	stbd 10—11′	5	Ostfriesische Küste	200	5	5·0	Meh kur schw Rega rend Vers

etzung.)

[cut off]	Luftmenge Ltr.	Durchflusszeit pro Liter in Minuten	Länge der Versuchsröhre cm	Durchmesser der Versuchsröhre cm	Zahl (der gewachs. Col.)	Entfernung v. d. Eingangsöffnung in cm (der gewachs. Col.)	Arten (der gewachs. Col.)	Erstes Wachsthum beobachtet am:	letzte Beobachtung am:	Bemerkungen.
deck d m	80	2·0 – 2·1	47	2	0	—	—	—	14./5.	Röhre am 14./5. zu einem Controlversuch benutzt. 16 Liter Luft im Zwischendeck des Schiffes (1 L. in 2·0 Min.) aspirirt, am 17./5. = 50 Colonieen in 1—42 cm Entfern. von d. Eingangsöffng. gewachsen.
o.	128	2·0 – 2·2	do.	do.	1	1=4	Bacillen	25./3.	1./4.	Kleine, schlanke, meist zu zwei zusammenliegende Stäbchen. Röhre am 14./5. zu einem Controlversuch in der Batterie benutzt, 16 Liter Luft (1 Liter in 2 Min.) durchgeleitet, bis zum 17./5. 11 Colonieen in 1—30 cm Entfernung von der Eingangsöffnung gewachsen.
o.	80	2·5	62	3·5	6	2=1 2=4 1=12 1=22	—	29./3.	10./4.	
david bd m	156	2·0 – 2·1	80	3·5	3	1=4 1=10 1=12	—	29./3.	10./4.	
deck bd 5 m	32	2·0 – 2·1	54	3·5	13	1=1 2=2 1=3 1=4 1=7 2=8 1=8 1=16 1=16 1=30 1=36	 Hefe } Hefe (1=8, 1=16)	5./4.	10./4.	
david bd	120	2·0 – 2·1	90	2	0	—	—	—	15./4.	

leitet waren, wuchs eine Mikrokokkencolonie. Beim Versuch 7 erfolgte die Luftentnahme im steuerbordschen Kutter, die Röhre ragte nur wenig über den Rand des Bootes hinaus, es war mithin sehr wohl möglich, dass in diesem Fall, namentlich als der anfangs unter 15 Strich von Steuerbord einfallende, nur schwache Wind bis auf 15 Strich von Backbord herumgegangen war, Keime aus dem Schiff, speciell von der Aufhängevorrichtung des Kutters, die sich zeitweise in der Windrichtung vor der Röhre befand, der untersuchten Luft zugeführt wurden, und schreibe ich es nur diesem Umstande zu, dass in den 90 Litern der durchgeleiteten Luft 4 Keime (3 Schimmelpilze und 1 Hefe) gefunden wurden.

Zu den nächsten Versuchen, welche auf der Fahrt von den Cap Verde'schen Inseln nach Barbados stets in grösserer, ja zum Theil recht bedeutender Entfernung vom Lande und immer nur bei Wind von der See her ausgeführt wurden, musste, da die 10procentige Gelatine nicht mehr genügend fest wurde, Gelatine mit Agar-Agarzusatz verwendet werden. Der Versuch 9 wurde in 140 Meilen Entfernung von den Cap Verde'schen Inseln angestellt, die Entnahme der Luft erfolgte auf dem Bootsdeck (mit einer Geschwindigkeit von 1·6 Minuten pro Liter), und zwar zum letzten Male unter Benutzung des Hesse'schen Statifs in 0·5^m Abstand vom Schiff. In diesem Falle kamen in der Röhre, nachdem 90 Liter Luft aspirirt waren, sieben Schimmelpilzcolonieen zur Entwickelung, während bei den Versuchen 10, 11 und 12, bei welchen die Luft etwas schneller und ausserdem, wie fernerhin stets, mittelst der Stange in grösserer Entfernung vom Schiff entnommen wurde, zweimal je 160 und einmal sogar 208 Liter Luft aspirirt wurden, ohne dass in den betreffenden Röhren etwas wuchs.

Da auch bei den späteren, unter ähnlichen Verhältnissen angestellten Versuchen die Luft auf hoher See nicht ein einziges Mal nur annähernd so viele Keime enthielt, so werden wir nicht irre gehen, wenn wir die beim Versuch 9 gefundene, verhältnissmässig grosse Zahl von Keimen auf den zu geringen Abstand der Röhre vom Schiff beziehen, wodurch, wie oben gezeigt, die Zufuhr von Keimen aus dem Schiff ermöglicht wurde.

Die Versuche 13 bis 15 fanden während der Kreuzfahrten bei den kleinen Antillen statt. Beim Versuch 13 war das Schiff 26 Meilen von der Insel Barbados entfernt, der Wind kam aber nicht über Land, es wurden 96 Liter Luft aspirirt, ohne dass innerhalb 6 × 24 Stunden nach dem Versuch in der Röhre irgend welches Wachsthum zu bemerken war. Zum Versuch 14 wurden in ca. 45 Meilen Entfernung von der Insel S. Vincent bei mässig starkem von dieser Insel her wehenden Wind 96 Liter Luft aspirirt. Nach drei Tagen zeigten sich in der Röhre zwei

die Gelatine schnell und stark verflüssigende Bacillencolonieen, welche bis zum sechsten Tage die ganze Gelatineschicht überzogen. Bei diesem Versuch hatte eine Störung stattgefunden, indem, als die Aussenkappe abgenommen wurde, der Glasrand der Röhre sammt der Innenkappe abbrach. Die Aspiration der Luft erfolgte daher durch eine weite, dem Querschnitt der Röhre entsprechende Oeffnung. Nach Beendigung der Luftentnahme wurde die Röhre durch Aufsetzen der äusseren Kappe allein geschlossen. Trotz der angewandten Vorsicht halte ich es in diesem Fall für möglich, dass die später, und zwar nahe der Eingangsöffnung gewachsenen beiden Colonieen von einer beim Verschlusse der Röhre erfolgten Verunreinigung herrühren.

Beim Versuch 15 wurden in 90 Meilen Entfernung von den sehr kleinen Avesinseln, als der Wind aus der Richtung der 180 Meilen entfernten Insel Guadeloupe kam, 124 Liter Luft aspirirt. Während des Versuchs fand Segelexercitium statt, wobei alle Segel einmal geborgen und dann wieder gesetzt, die Marssegel aber gewechselt (weggenommen und durch andere ersetzt) wurden. Zweifellos sind hierbei der Luft über dem Schiff aus den Segeln zahlreiche Keime zugeführt worden, und ist es meiner Meinung nach daher nicht ausgeschlossen, dass die beiden in der Röhre gewachsenen Schimmelpilzcolonieen in diesem Falle aus den Segeln herstammten.

Die Versuche 16 bis 24 sind sämmtlich im Atlantischen Ocean auf der Rückreise und zwar meist in verhältnissmässig grosser Entfernung vom Lande angestellt. Durchschnittlich wurden 116, im Maximum 168, im Minimum 80 Liter Luft aspirirt. Fünf Röhren blieben ganz frei von Colonieen, in zwei wuchs je eine Colonie und bei den Versuchen 16 und 21 wurden erst am achten bez. neunten Tage nach dem Versuch je drei Colonieen gefunden. Nicht nur das späte Erscheinen, sondern auch Lage und Anordnung der hier gewachsenen Colonieen sprechen dagegen, dass dieselben der untersuchten Luft angehörten:

Beim Versuch 16 sowohl wie beim Versuch 21 waren die am Ende der Röhre gewachsenen beiden Colonieen von der Eingangsöffnung um 1, bez. 1·5 ^{cm} weiter entfernt als die mit dem inneren Wattepfropfen versehene Oeffnung des schmalen Glasrohres, welches regelmässig so weit durch den Gummipfropfen gesteckt war, dass es um etwa 2 ^{cm} frei in das Lumen der Röhre hineinragte. Die beiden Schimmelpilzcolonieen beim Versuch 16 sassen an der Aussenwand des schmalen Glasrohres, ungefähr in der Mitte zwischen dem inneren Wattepfropfen und dem Gummipfropfen, die Schimmelpilz- und die Sarcinecolonie beim Versuch 21 aber unmittelbar am Gummipfropfen. Dass beim Durchleiten der Luft Keime derselben unter diesen Verhältnissen bis zu den erwähnten Stellen vordringen sollten, ist nicht gut anzunehmen, ich halte es daher auch aus diesem Grunde für wahrscheinlicher, dass die bei beiden Versuchen am Ende der Röhren gewachsenen Colonieen auf nachträglich von Aussen in die Röhre

gelangte — vielleicht zwischen dem Glasrohr und dem Gummipfropfen eingedrungene — Keime zurückzuführen sind und vermuthe ausserdem, dass die in beiden Röhren näher zur Eingangsöffnung in 27, bez. 37 cm Entfernung gefundene dritte Colonie (Schimmelpilz, bez. Sarcine) erst wieder von den am Ende der Röhre gewachsenen ausgegangen ist, da in beiden Röhren diese dritte Colonie, als sie zuerst beobachtet wurde, in ihrem Wachsthum noch nicht so weit vorgeschritten war als die betreffenden Colonieen am Ende der Röhren, mit denen sie übrigens in der Art vollständig übereinstimmten. Bei der täglich vorgenommenen Besichtigung der Röhren, bei welcher es sich in Folge der Bewegungen des Schiffes trotz aller Vorsicht nicht vermeiden liess, dass dieselben mehr oder weniger aus der horizontalen Lage gebracht wurden, war es sehr wohl möglich, dass Keime von den am Ende gewachsenen Colonieen auf weiter nach der Eingangsöffnung zu gelegene Stellen des Röhreninnern fielen und so dort die Entstehung von Colonieen veranlassten. Die in 37 cm Entfernung von der Oeffnung gewachsene Sarcinecolonie befand sich nicht auf der Gelatineschicht, sondern seitlich davon und lag in einem Condensationswassertropfen. Keine der übrigen Röhren, in welchen Colonieen wuchsen, zeigte eine ähnliche Vertheilung der Colonieen wie die der Versuche 16 und 21. Endlich blieb ein gleichzeitig mit dem Versuch 21 vier Stunden lang der Seeluft exponirter, mit Gelatine versehener Blechteller bis zum siebenten Tage nach der Exposition frei von Colonieen, woraus ebenfalls hervorgeht, dass die Luft beim Versuch 21 keimfrei war.

Die beim Versuch 20 gewachsenen kurzen Bacillen zeigten bei der mikroskopischen Untersuchung sowie in den angelegten Reinculturen eine grosse Uebereinstimmung mit solchen, die auf der Reise von den Azoren nach Plymouth im Seewasser häufiger angetroffen wurden. Da die Röhre, nachdem 116 Liter Luft hindurchgeleitet waren, fast 24 Stunden unverschlossen aussenbords blieb — es war beabsichtigt am nächsten Tage noch ein weiteres Luftquantum durch dieselbe Röhre hindurch zu leiten — so muss in diesem Falle, zumal Wind und Seegang von beträchtlicher Stärke waren, daran gedacht werden, dass möglicherweise ein von der Meeresoberfläche losgelöstes Wassertröpfchen seinen Weg in die Röhre gefunden und so die Entstehung der Colonie verursacht hat.

Beim Versuch 24, bei welchem sich die Scilly-Inseln in 60 Meilen Entfernung befanden, war zweifellos die Zerstäubung an der Meeresoberfläche in Folge des starken Windes und Seeganges eine recht beträchtliche, so dass es auch in diesem Fall denkbar ist, dass die in 8 cm von der Eingangsöffnung gewachsene Schimmelpilzcolonie aus dem Meere stammt, zumal bei den Seewasseruntersuchungen in der dortigen Gegend Schimmelpilze in grösserer Anzahl angetroffen wurden.

Nach dem Verlassen von S. Thomas wurde nur noch zum Versuch 16 Gelatine mit Agar Agarzusatz, von da ab aber wieder stets die gewöhnliche 10 prozentige Nährgelatine benutzt.

Schon zum Versuch 14 musste eine etwas kürzere Röhre verwandt

werden, und bei den späteren Versuchen kamen mehrfach Röhren, die in der Länge sowohl als Weite von den bisher benutzten, 70 ^{cm} langen und 3·5 ^{cm} weiten mehr oder weniger differirten, zur Verwendung, da die von Deutschland mitgenommenen sämmtlich beim Sterilisiren — wahrscheinlich durch Einwirkung des heissen Wasserdampfes auf das Glas — brüchig wurden. In Ermangelung anderer Röhren wurden die nur an den Enden zerbrochenen, nachdem sie abgeschnitten waren, weiter benutzt. Von den in S. Thomas neubeschafften war eine 3·8 ^{cm} weite, nur 49 ^{cm} lang, und hatten von vier nur je 2 ^{cm} weiten drei bloss eine Länge von 47 ^{cm}. Auch Hesse hat zu seinen Versuchen wiederholt Röhren von ähnlichen Dimensionen mit Erfolg benutzt, zudem ergaben die von mir mit diesen Röhren in der an Keimen ziemlich reichen Schiffsluft u. s. w. angestellten Controlversuche, dass sich dieselben bei der angewandten Geschwindigkeit zu den Versuchen wohl eigneten und dass alle Keime an die Gelatineschicht der Röhre abgegeben wurden, indem die gerade bei den kürzeren Röhren nach dem Versuch häufiger ausgeführte Prüfung des Wattepfropfens denselben stets als frei von Keimen erwies. Die genannten, auf der Tabelle I unter der Rubrik Bemerkungen aufgeführten Controlversuche, hatten ausser dem bereits erwähnten noch den Zweck, zu zeigen, dass die verwandte Gelatine, eine für das Wachsthum von Keimen der Luft günstige Beschaffenheit besass, und dass weder in der Versuchsröhre, noch in der langen Glasrohrleitung irgend welche die Aspiration der Luft störenden Verhältnisse vorhanden gewesen waren, es wurden daher die Röhren, in denen theils überhaupt nichts, theils nur eine einzige Colonie gewachsen war, ganz unverändert zu diesen Controlversuchen benutzt und war die ganze Anordung der Controlversuche eine den voraufgegangenen Versuchen genau entsprechende, indem stets die Stange mit der Glasrohrleitung und der erwähnten Aspiratorvorrichtung verwandt wurde, auch die Durchleitung der Luft mit derselben Geschwindigkeit erfolgte u. s. w. Erwähnt mag hier noch werden, dass die Glasrohrleitung vor jedem einzelnen Versuch noch besonders auf etwaige undichte Stellen geprüft wurde.

Bei den im englischen Canal angestellten Versuchen 25, 26 und 27 wurde die Luft zu den beiden ersten, in 15 bis 10 Meilen Entfernung von der englischen Küste, als der Wind mit einer Stärke von 6 bez. 7 von einer 60 bez. 40 bis 30 Meilen entfernten Stelle der englischen Südküste herwehte, entnommen und erwiesen sich 80 Liter Luft im Versuch 25 keimfrei, während im Versuch 20 nach Durchleitung von 128 Liter Luft eine Colonie (= kleine schlanke Stäbchen) wuchs. Beim Versuch 27 befand sich das Schiff in 18 bis 22 Meilen Entfernung von der englischen Südküste, der nur schwache Wind kam dagegen von der ca. 70 Meilen

entfernten französischen Küste. In 80 Litern Luft wurden hier sechs Schimmelpilzcolonieen gefunden.

Während die Luft in der Nordsee beim Versuch 28 in 47 Meilen Entfernung von der holländischen Küste, als der Wind aus der Richtung der 68 Meilen entfernten belgischen Küste wehte, in 156 Litern drei Colonieen (= zwei Schimmelpilze und eine nicht weiter untersuchte Bacterienart) enthielt, wurden 120 Liter Luft, die beim Versuch 30 ebenfalls in der Nordsee, aber in 12 Meilen Entfernung von der jütischen Küste entnommen wurden, als der Wind von der 200 Meilen entfernten ostfriesischen Küste herkam, keimfrei gefunden.

Den grössten Keimgehalt zeigte die Luft auf der Rhede von Wilhelmshaven (Versuch 29) in 0·7 Meilen Entfernung vom Land und bei starkem über Land kommenden Wind, indem in 32 Litern 13 Keime gefunden wurden.

Schon ein flüchtiger Blick auf die Tabelle I zeigt, dass die Zahl der in der Seeluft überhaupt nachgewiesenen Keime eine verhältnissmässig nur geringe war. Zusammen sind bei den hierhergehörigen Versuchen 2978 Liter Luft aspirirt und darin im Ganzen 68 Keime beobachtet worden, es kam mithin im Durchschnitt erst auf 44 Liter Luft 1 Keim, während Hesse bei seinen im Freien in Schwarzenberg zur Winterzeit angestellten Luft-Versuchen[1] gewöhnlich in 10 Litern 1 bis 5 Keime vorfand. Ein verhältnissmässig hoher, dem von Hesse bei den erwähnten Versuchen gefundenen ungefähr entsprechender Keimgehalt wurde nur bei den Versuchen 29, 2, 3 und 27, bei welchem 1 Keim auf 2·5, 3·6, 4·4, bez. 13 Liter kam, sowie bei einem erst im Juli d. J. in der Ostsee, fünf Meilen von der Insel Usedom angestellten Versuch beobachtet, bei welchem die Luft in 48 Litern 14, mithin in 3·4 Litern 1 Keim enthielt. Auf die übrigen 26 Versuche mit zusammen 2786 Litern Luft kommen nur 29 Keime, so dass bei diesen erst in durchschnittlich 96 Litern 1 Keim nachzuweisen war.

Die Vertheilung der Keime auf die einzelnen Versuche zeigt die nachstehende Zusammenstellung:

In	14	Versuchen	mit	durchschnittlich	113	Litern	Luft	wurden	jedesmal	0	Keime
„	5	„	„	„	80	„	„	„	„	1	„
„	2	„	„	„	110	„	„	„	„	2	„
„	3	„	„	„	146	„	„	„	„	3	„
„	6	„	„	„	62	„	„	„	„	4	bez. mehr

(— 13) Keime gefunden. Unter den sechs Versuchen mit vier bez.

[1] A. a. O. S. 205.

mehr Keimen befinden sich die oben schon genannten Versuche 2, 3, 27 und 29, welche mit einander das gemein haben, dass sie in verhältnissmässig grosser Nähe des Landes angestellt wurden, sowie ausserdem die, wie oben gezeigt, nicht ganz einwandfreien Versuche 7 und 9. Von den 3 Versuchen mit je 3 Keimen ist es, wie bereits auseinander gesetzt wurde, bei 2 (Versuch 16 und 21) unwahrscheinlich, dass die in den Röhren beobachteten Keime aus der untersuchten Luft herstammten. Bleiben diese Keime daher unberücksichtigt, so finden sich unter den 30 Versuchen sogar 16 mit zusammen 1832 Litern Luft, in denen Keime nicht nachgewiesen werden konnten. Die Seeluft hat sich demnach nicht nur überhaupt arm an Keimen, sondern auch in einer beträchtlichen Anzahl von Fällen und bei Untersuchung eines verhältnissmässig grossen Luftquantums als keimfrei erwiesen.

Schon oben ist des verhältnissmässig hohen Keimgehalts einiger in der Nähe des Landes ausgeführten Versuche gedacht. Werden die Versuche in zwei Hälften getheilt derart, dass die eine alle in weniger, die anderen alle in mehr als 100 Meilen Entfernung vom Lande angestellten Versuche enthält, so finden sich auf der einen Seite die Versuche 1, 2, 3, 4, 8, 13, 14, 15, 24, 25, 26, 27, 28, 29 und 30, bei welchen die Entfernung vom nächsten Lande im Maximum 90 Meilen betrug, zusammen 1262, im Durchschnitt 84 Liter Luft aspirirt und darin im Ganzen 49 Keime (1 Keim auf 26 Liter Luft) nachgewiesen wurden. Diesen stehen die Versuche 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, mithin ebenfalls 15 Versuche gegenüber, bei welchen das nächste Land im Minimum 120 Meilen entfernt war, zusammen 1716, durchschnittlich 114 Liter Luft aspirirt und darin im Ganzen nur 19 Keime (1 Keim auf 93 Liter Luft) beobachtet wurden. Kommen von den ersten neun Versuchen diejenigen, bei welchen Keime gefunden wurden (1, 2, 3, 6, 7 und 8) in Wegfall, da, wie oben ausgeführt, der beobachtete Keimgehalt möglicherweise wegen zu geringen Abstands der Versuchsröhre vom Schiff u. s. w. etwas zu hoch ist, so behalten wir auf der einen Seite 12 Versuche mit Land in höchstens 90 Meilen Entfernung, bei welchen zusammen 1162, durchschnittlich 97 Liter Luft entnommen und im Ganzen 28 Keime (1 Keim auf 42 Liter) gefunden wurden und auf der anderen Seite, bei einer Entfernung des Landes von mindestens 120 Meilen ebenfalls 12 Versuche mit zusammen 1522, durchschnittlich 127 Litern Luft und im Ganzen 7 Keimen (1 Keim auf 218 Liter), ja wenn die bei den Versuchen 16 und 21 verspätet gewachsenen Colonieen als nicht aus der untersuchten Luft herrührend angesehen werden, sogar im Ganzen nur 1 Keim auf 1522

Liter Luft. Unter 12 in mindestens 120 Meilen Entfernung vom Land angestellten Versuchen hat sich alsdann die Seeluft 11 Mal als keimfrei erwiesen und ist nur 1 Mal einmal ein einziger Keim beobachtet worden, bei dem noch die Möglichkeit vorliegt, dass er nicht vom Lande, sondern aus dem Meerwasser stammt, während dagegen bei einer Entfernung des Landes von höchstens 90 Meilen in 12 Fällen 7 Mal der Nachweis von Keimen gelang und dieselben nur 5 Mal vermisst wurden.

Bei einem gewissen Abstand vom Lande hat sich demnach die Seeluft fast regelmässig als keimfrei erwiesen, während in grösserer Nähe Keime im Allgemeinen nicht nur häufiger, sondern auch in grösserer Anzahl aufgefunden wurden.

Der grösste Keimgehalt der Seeluft wurde bei dem auf der Rhede von Wilhelmshaven angestellten Versuch 29 beobachtet (= 1 Keim auf 2·5 Liter), hier war aber auch die Entfernung des Schiffes vom Lande am geringsten, es fällt somit bei den Versuchen der grösste Keimgehalt mit der grössten Nähe des Landes zusammen.

Bei den 5 in weniger als 90 Meilen Entfernung vom Lande angestellten Versuchen, bei welchen der Nachweis von Keimen nicht gelang (Versuche 4, 8, 13, 25 und 30), lag das nächste Land 3 Mal nur 10 bis 20, 1 Mal 26 und 1 Mal 42 Meilen ab, es kam aber der Wind, abgesehen vom Versuch 8, bei welchem das zunächst gelegene Land aus einer kleinen, schwach cultivirten und wenig bevölkerten Insel bestand, nicht von dem zunächst gelegenen Lande her, sondern hatte derselbe einmal eine 60, einmal eine 200 und zweimal eine mehr als 500 Meilen betragende Strecke über See seit dem Verlassen des Landes zurückgelegt. Daraus würde zu folgern sein einmal, dass bei wenig umfangreichen Inseln die Luft schon in geringem Abstand von denselben keimfrei sein kann, sowie ferner, dass auch bei ausgedehnteren Ländermassen in verhältnissmässig geringer Entfernung vom Lande Keime in der Luft nicht angetroffen werden, falls der Wind nicht vom zunächst gelegenen Lande, sondern von der See her kommt. Auch ein Vergleich der Versuche 1 und 2 sowie 28 und 30 lässt erkennen, dass in der Nähe des Landes nicht die Entfernung von dem zunächst gelegenen Lande, sondern vielmehr der Abstand des in der Windrichtung befindlichen nächsten Landes für den Keimgehalt der Luft maassgebend ist. So wurden beim Versuch 2 im englischen Kanal, als der Wind vom zunächst gelegenen Lande herkam, fast 6 Mal so viel Keime in der Luft gefunden als im Versuch 1 in der Nordsee, bei welchem sich das nächste Land in nahezu gleichgrosser Entfernung befand, der Wind aber über See von der 300 Meilen entfernten Küste herkam. Beim Versuch 28 enthielt die Luft in der Nordsee, in

47 Meilen Entfernung von der holländischen Küste, als der Wind von der benachbarten, etwa 70 Meilen abgelegenen belgischen Küste herkam, noch einige Keime, während sie beim Versuch 30 in nur 12 Meilen Abstand von der jütischen Küste, als der Wind von der bedeutend weiter (200 Meilen) entfernten ostfriesischen Küste herkam, keimfrei gefunden wurde.

Die Versuche weisen somit darauf hin, dass der Keimgehalt der Seeluft nicht sowohl von der Entfernung des nächsten Landes überhaupt, als vielmehr von der des in der Windrichtung zunächst gelegenen abhängt, ein Umstand, der namentlich, wenn es sich nunmehr darum handelt, zu erfahren, wie weit die Mikroorganismen der Luft auf das Meer vordringen, Berücksichtigung finden muss.

Der grösste Abstand des — und zwar in der Windrichtung — zunächst gelegenen Landes, bei welchem die Seeluft noch eine nennenswerthe, nicht auf Versuchsfehler, Zerstäubungsvorgänge an der Meeresoberfläche u. s. w. zurückzuführende Anzahl von Keimen enthielt, betrug 68 bez. 70 Seemeilen beim Versuch 28 bez. 27. Da, wie oben gezeigt, bei einer Entfernung des Landes von 120 Meilen und darüber Keime in der Seeluft fast regelmässig vermisst wurden, so würden nach den Versuchsergebnissen die Mikroorganismen der Luft sich nur bis auf eine zwischen 70 und 120 Meilen liegende Strecke vom Land entfernen können. Indess die Zahl der Versuche, welche zur Beantwortung gerade dieser Frage herangezogen werden können, ist eine nur sehr geringe, es erscheint daher zweckmässig, zur definitiven Feststellung der Grenzen, bis zu welchen Mikroorganismen der Luft auf das Meer hinaus gelangen, erst noch weitere Untersuchungen abzuwarten, zumal da einige Erfahrungen vermuthen lassen, dass, allerdings unter besonderen Umständen, Mikroorganismen sich bedeutend weiter vom Lande zu entfernen vermögen.

Während erfahrungsgemäss für gewöhnlich gröbere, d. h. ohne weitere Vorbereitung mit blossem Auge wahrnehmbare, staubförmige Verunreinigungen der Luft schon in einer Entfernung von wenigen Meilen vom Lande nicht mehr angetroffen werden, existiren einige zuverlässige Beobachtungen, wonach gelegentlich solcher Staub in der Luft auf hoher See selbst hunderte von Meilen vom Lande entfernt vorkommt. Ich habe dabei nicht sowohl die Ausbrüche von Vulkanen im Sinne, bei welchen die Asche einige Male ganz enorme Strecken weit fortgeführt wurde, da diese Vorkommnisse zu selten sind und ausserdem physikalische Verhältnisse zu Grunde liegen, die möglicherweise die weitere Entwickelungsfähigkeit etwa mitgerissener Mikroorganismen fraglich machen, sondern denke vielmehr an die durch die interessanten Untersuchungen von

Ehrenberg so bekannt gewordenen Staubregen an der nordwest-afrikanischen Küste, welche nach Darwin[1] mehrmals in 300 bis 600, ja sogar einmal in ca. 1000 Meilen Abstand vom afrikanischen Festland beobachtet worden sind. Nach der Auffassung von Darwin, welcher ich aus den in dem citirten Aufsatz enwickelten Gründen beitrete, stammt dieser Staub von dem afrikanischen Festlande und nicht von Südamerika, wie Ehrenberg auf Grund von zwei in demselben aufgefundenen und als charakteristisch für Südamerika geltenden Infusorien vermuthet. Woher es kommt, dass die erwähnten Staubregen gerade in dieser Gegend, in zum Theil so auffallend grosser Entfernung vom Lande vorkommen, das ist noch nicht genügend aufgeklärt, auch fehlt es zur Zeit noch an Versuchen darüber, ob den verhältnissmässig groben Staubpartikelchen, um die es sich hierbei handelt, lebensfähige Mikroorganismen anhaften. Da indess zunächst kein Grund vorliegt, daran zu zweifeln, müssen diese Erfahrungen zur Vorsicht auffordern und werden die in Betreff der Entfernung der Mikroorganismen vom Lande bei den Versuchen gefundenen Werthe daher nur für die gewöhnlichen Verhältnisse Geltung beanspruchen dürfen. Dass übrigens die Entfernung, bis zu welcher Mikroorganismen der Luft auf das Meer vordringen, auch unter den gewöhnlichen Verhältnissen, gewissen Schwankungen unterworfen ist, lassen die Versuche ebenfalls erkennen, indem z. B. bei einem Abstand des nächsten in der Windrichtung befindlichen Landes von nur 60 (Versuch 25) bez. nur 40 bis 30 Meilen (Versuch 26 die Seeluft schon keimfrei bez. doch im hohen Grade keimarm (1 Keim auf 128 Liter Luft) gefunden wurde. Nachdem nunmehr die in der Einleitung entwickelten Vorstellungen über das Verhalten der Mikroorganismen in der Seeluft durch die Versuche in allen wesentlichen Punkten Bestätigung gefunden haben, werden wir nicht irre gehen, wenn wir diese Schwankungen auf Verschiedenheiten in der Stärke und Dauer der Luftströmungen, sowie auf die mehr oder weniger aufsteigende Richtung derselben, ferner auf die verschiedene Beschaffenheit der in der Luft über dem betreffenden Lande vorhandenen Mikroorganismen, auf das Vorhandensein oder Fehlen von atmosphärischen Niederschlägen bez. die grössere oder geringere Intensität und Dauer derselben u. s. w. zurückführen, obwohl die Versuche selbst hierüber keine genügende Auskunft zu geben vermögen, da ihre Zahl zu gering ist, und da es vor allen Dingen an den zur Beantwortung solcher Fragen unbedingt erforderlichen, einen Vergleich gestattenden Parallelversuchen fehlt.

---

[1] Charles Darwin, An account of the fine dust which often falls on vessels in the atlantic Ocean. *Memoir descriptive and explanatory of the northern atlantic Ocean* by A. G. Findlay. London 1878. p. 831.

Dass die Beschaffenheit der Keime hierbei eine gewisse Rolle spielt, darauf weist schon der Umstand hin, dass unter den 68 bei den Versuchen überhaupt gefundenen Keimen sich nicht weniger als 51 Schimmelpilzkeime befinden, so dass mithin in der Seeluft die Schimmelpilzkeime die der Bacterien und Hefen ganz beträchtlich überwiegen.

In Betreff der atmosphärischen Niederschläge mag noch hervorgehoben werden, dass bei den meisten Versuchen während der Dauer des Versuchs selbst, sowie mehrere Stunden vorher Niederschläge nicht stattfanden, und dass bei den 16 Versuchen, in denen Keime in der Seeluft nicht nachzuweisen waren, 8 Mal sogar mindestens 12 Stunden lang vor dem Versuch Regen u. s. w. nicht vorhanden war, so dass mithin nicht etwa der Einwand erhoben werden kann, die Seeluft habe sich bei den angestellten Versuchen nur wegen voraufgegangener Niederschläge so häufig als keimfrei erwiesen.

Es erübrigen nun noch die mit den Platten und Blechtellern ausgeführten Versuche, welche in der Tabelle II Aufnahme gefunden haben.

Die Versuche 1 und 2 wurden zwischen den Canarischen und Cap Verde'schen Inseln, mithin in einer Gegend angestellt, in welcher die oben erwähnten Staubregen schon gelegentlich beobachtet worden sind. Der Wind kam aber nicht vom Festland her, sondern hatte eine zu der etwa 200 Meilen abgelegenen afrikanischen Küste ungefähr parallele Richtung. Staub in der Luft wurde dementsprechend nicht wahrgenommen und konnte auch auf den 15 bez. 12 Stunden lang bei achterlichem Wind in der Gig der Luft ausgesetzten, mit einer Gelatineschicht von 80 bez. 70 ^{qcm} versehenen Platten durch die mikroskopische Untersuchung nicht nachgewiesen werden. Das Resultat des ersten Versuchs ist bereits oben ausführlich mitgetheilt und bei dieser Gelegenheit schon gezeigt, dass die nach Exposition der Platte beobachteten acht Schimmelpilze höchstwahrscheinlich von den beiden bei Anfertigung der Platte aufgefallenen Schimmelpilzen abstammten.

Auch beim Versuch 2 sind von den sechs nach der Exposition beobachteten Colonieen die vier Schimmelpilze möglicher Weise von dem schon vorher auf der Platte beobachteten Schimmelpilz ausgegangen, wenngleich sich das aus dem Sitz der Colonieen in diesem Fall nicht so überzeugend nachweisen liess. Dass die auf dieser Platte gewachsene Hefecolonie aus dem Schiff stammt, dafür spricht das auf die Gelatine aufgefallene Cellulosefäserchen, von welchem diese Colonie ausgegangen war.

Tabelle II. Seeluftuntersuch

a) Pl

Nummer	Datum und Zeit	Reiseabschnitt und Aufenthaltsort des Schiffes	Nächstes Land	Entfernung desselben Seemeil.	Curs	Fahrgeschwindigkeit des Schiffes in Knoten	Windrichtung	Windstärke	Nächstes Land in der Windrichtung	Entfernung desselben Seemeil.	[illegible]
1	7./11. 4 p. m. | 8./11. 7 a. m.	Madeira — Cap Verde'sche Inseln. 25°—24° N 19°—20° W	Canarische Inseln	200	SWzS	4	bbd 15'	3	—	—	[illegible]
2	8./11. 5 p. m. | 9./11. 5 a. m.	do. 24°—23° N 20°—21° W	Afrikanische Küste	200	SWzS	4	stbd 15' | 16'	4 | 3	Canarische Inseln	300	[illegible]
3	1./12. 2½—3¾ p.m.	Cap Verde'sche Inseln — Barbados. 16° 24' N 27° 53' W	S. Antonio	150	W	4	stbd 10—11'	3	—	—	3

b) Blecht

Nummer	Datum und Zeit	Reiseabschnitt und Aufenthaltsort des Schiffes	Nächstes Land	Entfernung desselben Seemeil.	Curs	Fahrgeschwindigkeit des Schiffes in Knoten	Windrichtung	Windstärke	Nächstes Land in der Windrichtung	Entfernung desselben Seemeil.	[illegible]
4	3./12. 5—7 p. m.	do. 16° 14' N 32° 0' W	do.	400	W	6	stbd 10—11'	4	—	—	4
5	10./1. 2¼—5½ p.m.	Trinidad — S. Vincent. 13° 5' N 62° 2' W	S. Vincent	50 | 40	NzW	4	stbd 6'	3	S. Vincent	50 | 40	4
6	19./1. 2½—5½ p.m.	S. Vincent — La Guayra. 13° 16' N 61° 41' W	S. Vincent	50	WzS	5·5	bbd 10'	5	Kleine Inseln zwischen S. Vincent und Grenada	50	3
7	21./1. 3—5½ p. m.	do. 11° 0' N 65° 12' W	Kleine Inseln Orchilla, Tortuga.	30 | 40	WNW	2	stbd 8—10	1	Orchilla	30 | 40	2

:t Platten bez. Blechtellern.

che.

	Ort der Luftentnahme	Dauer der Exposition Std.	Grösse der Gelatineschicht qcm	Zahl der gewachsenen Colonieen	Arten der gewachsenen Colonieen	Erstes Wachsthum beobachtet am:	Letzte Beobachtung am:	Bemerkungen
	Gig	15	80	8	Schimmelpilze (penicillium glaucum)	9/11.	10/11.	Platte am 5./11. gegossen, am 7./11. 2 Schimmelpilze, bis zum 10./11. 8 weitere Schimmelpilze derselben Gattung auf einem 15 qcm grossen schmalen dreieckigen Raum zwischen den beiden ursprünglich vorhanden. Colonieen.
-	do.	12	70	6	4 Schimmelpilze (penic. glauc.) 1 kleine verflüssigende Bacillen 1 Hefe	10/11.	11/11.	Platte am 5./11. angefertigt. 8./11. 1 Schimmelpilzcolon. (penic. glaucum), 11./11. 6 weitere Colonieen, davon 2 Schimmelpilze ganz nahe der bereits am 8./11. vorhandenen. Die Hefecolonie von einem aufgefallenen Cellulosefäserchen ausgegangen.
-	do.	$1^1/_4$	80	3	2 Schimmelpilze 1 Bacterien	4/12.	5/12.	Platte am 26./11. angefertigt, bis 1./12. nichts gewachsen.

uche.

	Ort der Luftentnahme	Dauer der Exposition Std.	Grösse der Gelatineschicht qcm	Zahl der gewachsenen Colonieen	Arten der gewachsenen Colonieen	Erstes Wachsthum beobachtet am:	Letzte Beobachtung am:	Bemerkungen
–	do.	2	200	66	58 Schimmelpilze 8 Bacterien	6/12.		6/12. Auf dem in den Deckel eingelegten angefeuchteten Filtrierpapier einige Schimmelpilzcolonieen.
n.lang 'acher n wäh- l des uchs	Fallreep stbd 6m	$3^1/_4$	140	8	—	12/1.		
–	bbd Gigsdavid 6m	3	175	5	4 Schimmelpilze 1 Sarine	21/1.	22/1.	
–	stbd Kutter 10m	$2^1/_2$	175	1	Hefe	23/1.	26/1.	

Tabelle

Nummer	Datum und Zeit	Reise-Abschnitt und Aufenthaltsort des Schiffes	Nächstes Land	Entfernung desselben (Seemeil.)	Curs	Fahrgeschwindigkeit des Schiffes in Knoten	Wind: Richtung	Wind: Stärke	Nächstes Land in der Windrichtung	Entfernung desselben (Seemeil.)	Stärke des Seeganges
8	28./1. 3—6½ p. m.	La Guayra—S. Croix 11° 57′ N 65° 44′ W	Orchilla-Insel	10	NNO | N	2—3	stbd 6′	2	Kleine Antillen	300	2
9	28./1. 6 p. m. | 29./1. 6 a. m.	do. 12°—13° N 65°—66° W	do.	60	N	4	stbd 6′	3	Kleine Antillen	250	2—3
10	29./1. 5 p. m. | 30./1. 6 a. m.	do. 13°—14° N 66°—65° W	Birds-Inseln	150 | 100	N z O	5	stbd 7′	4	Kleine Antillen	200	[illegible]
11	12./2. 2—6 p. m.	S. Thomas—Azoren. 20° N. 64° W.	Virginische Inseln	120	O z N	6	stbd 6′	6	—	—	4
12	14./2. 1½—5½ p.m.	do. 25° 40′ N 63° 20′ W	do.	300	N z O	6	stbd 7′	5	—	—	5
13	15./2. 1¼—5¾ p.m.	do. 28° 0′ N 62° 30′ W	Bermuda-Inseln	300	NNO	6	stbd 6′	4	—	—	4
14	16./2. 1½—5½ p.m.	do. 30° 0′ N 61° 30′ W	do.	200	NO	5	stbd 8′	4	—	—	4—3
15	17./2. 1½—5½ p.m.	do. 31° N 60° W	do.	250	ONO	5	stbd 7′	4	—	—	3
16	18./2. 1—4¾ p. m.	do. 32° N 56° 48′ W	do.	400	O z N	9	stbd 10—12′	6	—	—	4
17	19./2. 1¾—5¼ p.m.	do. 33° N 53° 30′ W	do.	600	O z S	5	stbd 6—7′	5 | 6	—	—	5

etzung.)

Ort der Luftentnahme	Dauer der Exposition (Stunden)	Grösse der Gelatineschicht (qcm)	Zahl der gewachsenen Colonieen	Arten der gewachsenen Colonieen	Erstes Wachsthum beobachtet am:	letzte Beobachtung am:	Bemerkungen.
Fallreep stbd 6 m	3½	200	8	7 Schimmelpilze, 1 grosse Bacillen	30./1.	31./1.	
do.	12	140	16	1 Schimmelpilz, ausserdem Hefe, Bacillen und Mikrokokken	30./1.	1./2.	Unter sechs untersuchten Colonieen 2 Hefen, 3 Stäbchen, 1 Mikrokokken.
do.	13	200	96!			1./2.	Meist Schimmelpilze, aber auch Bacillen, Mikrokokken und Hefe.
Bootsdeck stbd 4·5 m	4	200	8	2 Schimmelpilze, 1 Hefe, 5 Mikrokokken	13./2.	15./2.	
do.	4	200	1	Hefe	16./2.	17./2.	
do.	4½	210	1	Hefe		19./2.	
do.	4	150	0			20./2.	
do.	4	150	0			24./2.	
do.	3¾	200	3	1 Schimmelp., 1 Hefe, 1 grosse Bacillen		22./2.	
do.	3½	175	3	2 Schimmelpilze, 1 (anscheinend) Rosahefe		24./2.	

Auf der dritten, einen Tag nach dem Verlassen der Cap Verde'schen Inseln, etwa 150 Meilen westlich von der Insel S. Antonio, bei Wind von der See her $^5/_4$ Stunden lang ebenfalls in der Gig der Luft ausgesetzten mit einer 80 ^{qcm} grossen Gelatineschicht versehenen Platte (Versuch 3) kamen innerhalb 4 mal 24 Stunden zwei Schimmelpilze und eine Bacterien-colonie zum Vorschein.

Bei den Blechtellerversuchen wurde nur einmal (Versuch 4 der Tabelle) der Teller in der Gig und zwar auf der Ueberfahrt nach Barbados, 400 Meilen westlich von den Cap Verde'schen Inseln, 2 Stunden lang der Luft ausgesetzt, während bei allen übrigen Versuchen unter Benutzung der Stange die Exposition in grösserem Abstande vom Schiffe statt-fand. Die Zahl der in diesem Fall (Versuch 4) auf der 200 ^{qcm} grossen Gelatineschicht gewachsenen Colonieen ist eine auffallend grosse, indem bereits nach 48 Stunden 58 Schimmelpilz- und 8 Bacteriencolonieen gewachsen waren. Da auch auf dem in den Deckel eingelegten Filtrirpapier einige Schimmelpilzcolonieen zu sehen waren, so vermuthe ich, dass die Sterilisirung des Deckels in diesem Falle keine genügende war, zumal da das Resultat mit dem anderer Versuche, speciell aber mit dem des vorhergehenden, unter ganz ähnlichen Verhältnissen angestellten, so wenig im Einklang steht.

Die nächsten 6 Versuche wurden auf den Kreuztouren in der Caraibischen See und zwar in mehr oder minder grosser Nähe von Inseln angestellt.

Der Versuch 5 fand ca. 45 Meilen westlich von der Insel S. Vincent bei mässigem Wind von dieser Insel her, gleichzeitig mit dem Röhrenversuch 14 statt. Auf der 140 ^{qcm} grossen Gelatineschicht kamen nach $3^1/_4$ stündiger Exposition innerhalb 48 Stunden acht Colonieen zur Entwickelung, über deren Beschaffenheit ich indess, da die betreffenden Notizen verloren gegangen sind, keine weiteren Angaben zu machen im Stande bin.

Auf der 175 ^{qcm} betragenden Gelatineschicht, welche beim Versuch 6 50 Meilen südwestlich von S. Vincent und bei ziemlich kräftigem, von den zwischen S. Vincent und Grenada gelegenen, kleinen Inseln her wehenden Wind 3 Stunden lang der Luft ausgesetzt war, wuchsen innerhalb 3 mal 24 Stunden vier Schimmelpilze und eine Sarcine.

Beim Versuch 7, welcher in 30 bis 40 Meilen Abstand von den kleinen Inseln Orchilla und Tortuga, als der sehr schwache Wind von der Insel Orchilla her wehte, stattfand, wurde nach $2^1/_2$ stündiger Exposition auf dem mit einer 175 ^{qcm} grossen Getatineschicht versehenen Teller bis zum 6. Tage nach dem Versuch nur eine Hefecolonie beobachtet.

Die Versuche 8, 9 und 10 wurden an zwei aufeinanderfolgenden Tagen auf der Fahrt von La Guayra nach S. Croix bei von den 300 bis 200 Meilen entfernten kleinen Antillen her wehenden Wind angestellt.

Beim Versuch 8 befand sich das Schiff 10 Meilen nördlich von der Insel Orchilla, auf der 200 ^{qcm} grossen Gelatineschicht, welche $3^1/_2$ Stunden der Luft ausgesetzt war, wuchsen innerhalb 2 mal 24 Stunden fünf Schimmelpilze und eine Bacillencolonie. Nach weiteren 24 Stunden wurden ausserdem noch zwei ganz kleine Schimmelpilzcolonieen beobachtet.

Beim Versuch 9 lag die Insel Orchilla etwa 60 Meilen ab, der Teller mit einer 140 ^{qcm} grossen Gelatineschicht blieb die Nacht über 12 Stunden lang der Luft ausgesetzt. 48 Stunden nach Beginn des Versuchs wurden zwölf (darunter ein Schimmelpilz), 24 Stunden später vier weitere noch ganz kleine Bacteriencolonieen beobachtet.

Beim Versuch 10 wuchsen auf dem mit einer 200 ^{qcm} grossen Gelatineschicht versehenen Teller, nachdem derselbe 13 Stunden lang der Luft ausgesetzt gewesen war, binnen 48 Stunden nach Beginn des Versuchs 96 Colonieen, meist Schimmelpilze, daneben aber auch Bacillen, Mikrokokken und Hefen. Da bei diesem Versuch die äussern Verhältnisse mit denen des vorigen so ziemlich übereinstimmten und es nicht wahrscheinlich ist, dass die weit grössere Zahl der gefundenen Colonieen allein auf der etwas längeren Dauer des Versuchs, bez. auf der nur wenig grösseren Gelatinefläche beruht, so vermuthe ich, dass in diesem Fall sich irgend ein Fehler, der sich indess der Beobachtung entzogen hat, eingeschlichen hat. Uebrigens geht aus dem Versuch hervor, dass die verhältnissmässig lange dauernde Exposition auf die Entwicklung der aufgefallenen Keime keinen nachtheiligen Einfluss gehabt hat.

Die letzten 7 Versuche wurden auf der Rückreise, bald nach dem Verlassen von S. Thomas im Atlantischen Ocean meist in grosser Entfernung vom Land und stets bei von der offenen See herkommendem Wind angestellt. Die Exposition schwankte zwischen $3^1/_2$ und $4^1/_2$ Stunden.

Auf der 200 ^{qcm} grossen Gelatineschicht, welche zum Versuch 11 verwandt wurde, kamen innerhalb 24 Stunden zwei Colonieen, 48 Stunden später aber noch weitere sechs Colonieen zum Vorschein. Da ich auch bei den früheren Versuchen den Eindruck gewonnen hatte, dass das Abnehmen des Deckels behufs Beobachtung etwa gewachsener Colonieen, so vorsichtig es auch ausgeführt wurde, das Auffallen von Keimen aus der Luft des Laboratoriums bez. von der Aussenfläche des Deckels zur Folge hatte, indem 1—2 Tage nach der ersten Besichtigung fast regelmässig das Erscheinen weiterer, in ihrer Entwicklung noch nicht so weit vorgeschrittener Colonieen zu bemerken war, so wurden fernerhin die Teller

immer erst später, gewöhnlich am 5. Tage nach dem Versuch, zum ersten Mal untersucht, und scheint diese Vorsicht in der That von Erfolg gewesen zu sein, denn es wurden nunmehr bei den Versuchen 12 und 13 auf der 200 bez. 210 qcm grossen Gelatineschicht jedesmal nur eine einzige (Hefe), bei den Versuchen 14 und 15, auf einer je 150 qcm grossen Gelatinefläche überhaupt keine und bei den Versuchen 16 und 17 auf einer solchen von 200 bez. 175 qcm jedesmal nur drei Colonieen beobachtet.

Mit Ausnahme der beiden ersten sowie der beiden letzten Versuche, zu welchen gewöhnliche 10 procentige Nährgelatine verwandt wurde, kam bei den hierher gehörigen Versuchen regelmässig eine 5 procentige mit Zusatz von 1% Agar-Agar zur Verwendung. Dass auch in den Fällen, in denen auf den Tellern nach längerer Beobachtung keine oder doch nur vereinzelte Colonieen erschienen waren, die Gelatine eine für die Entwicklung aufgefallener Keime günstige Beschaffenheit besass, ging schon daraus hervor, dass stets, wenn nach Beendigung der Beobachtung die Teller eine Zeit lang im Laboratorium unbedeckt gestanden hatten, 1 bis 2 Tage später die ganze Gelatineschicht mit den verschiedenartigsten Pilz- und Bacteriencolonieen dicht besät war.

Auch bei den Platten- und Tellerversuchen ist, wie ein Blick auf die Tabelle II erkennen lässt, die Zahl der überhaupt beobachteten Colonieen eine nur sehr geringe. In der Literatur sind, soweit ich dies wenigstens in den letzten Jahren bei der häufigen Abwesenheit von Europa verfolgen konnte, mittelst der Plattenmethode angestellte Untersuchungen der Luft im Freien, die zu einem Vergleich herangezogen werden könnten, nicht bekannt geworden. Koch fand mittelst der bereits erwähnten Luftuntersuchungsgläser bei Untersuchung der Luft im Freien (Berliner Thierarzneischulgarten) auf der nicht ganz 25 qcm grossen Gelatinefläche nach 12 stündiger Exposition selbst im Winter noch zwischen 40 und 80 Colonieen,[1] mithin eine bedeutend grössere Anzahl als bei den vorliegenden Versuchen. Eine noch weit beträchtlichere Menge von Keimen wurde durch die bereits an einer früheren Stelle mitgetheilten Plattenversuche in der Luft am Oberdeck S. M. Schiff „Moltke" auf See sowohl als im Hafen nachgewiesen. Um einen Vergleich der genannten Versuche, bei welchen die Grösse der Gelatinefläche und die Expositionsdauer vielfach variirten, zu ermöglichen, habe ich im Nachstehenden berechnet, wie viel Colonieen bei jedem Versuch auf eine 100 qcm grosse Gelatinefläche, wenn dieselbe 12 Stunden lang der Luft ausgesetzt gewesen wäre, kommen.

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* Bd. I. S. 34.

Der Berechnung wurde die Annahme zu Grunde gelegt, dass auf einer zwei Mal so grossen Gelatinefläche oder bei einer zwei Mal so langen Expositionsdauer auch die doppelte Anzahl von Keimen gefunden worden wäre.

Während nun hiernach auf die erwähnten Versuche von Koch mindestens 160 bis 320 Colonieen, auf die die Oberdecksluft betreffenden Versuche aber in der Nordsee einmal 15000 und einmal 750, im Atlantischen Ocean (Madeira — Cap Verde'sche Inseln) 869 (bei der zum Vergleich in der Gig exponirten Platte nur 37) und beim Versuch in Porto Grande 1056 Colonieen kommen, so ergiebt die Berechnung für die auf der Tabelle II zusammengestellten Untersuchungen der Seeluft:

beim Versuch	1 = 8	Colonieen		beim Versuch	10 = 44	Colonieen
,, ,,	2 = 9	,,		,, ,,	11 = 12	,,
,, ,,	3 = 36	,,		,, ,,	12 = 1	,,
,, ,,	4 = 198	,,		,, ,,	13 = 1	,,
,, ,,	5 = 21	,,		,, ,,	14 = 0	,,
,, ,,	6 = 11	,,		,, ,,	15 = 0	,,
,, ,,	7 = 3	,,		,, ,,	16 = 5	,,
,, ,,	8 = 14	,,		,, ,,	17 = 6	,,
,, ,,	9 = 11	,,				

Kommen von diesen Versuchen noch die vier ersten, nicht ganz einwandfreien in Wegfall, da die Exposition nicht in genügender Entfernung vom Schiff stattfand, mithin das Auffallen von Keimen aus dem Schiff nicht ausgeschlossen ist, da ferner bei den Versuchen 1 und 2 die nach dem Versuch beobachteten Colonieen, zum Theil wenigstens, von den schon vor dem Versuch auf den Platten vorhandenen Schimmelpilzen ausgegangen sein können, und da endlich beim Versuch 4 der Deckel nicht genügend sterilisirt war, wird ausserdem noch der Versuch 10, bei welchem sich wahrscheinlich ein Fehler eingeschlichen hat, weggelassen, so bleiben im Ganzen 12 Tellerversuche, auf welche nach der obigen Berechnung im Ganzen 85, im Durchschnitt mithin nur 7 Keime d. h. im Vergleich zu den Koch'schen Versuchen, sowie zu den Luftversuchen am Oberdeck nur äusserst wenige Keime kommen.

Dabei lässt sich nicht verkennen, dass durch die fünf im Caraibischen Meer angestellten Versuche (5 bis 9) durchschnittlich etwas mehr Keime nachgewiesen wurden als bei den sieben im Atlantischen Ocean in grösserer Entfernung vom Lande angestellten Versuche 11 bis 17, denn

nach der obigen Berechnung kommen bei den Versuchen 5 bis 9 auf 100 ^{qcm} bei zwölfstündiger Exposition durchschnittlich 12, bei den Versuchen 11 bis 17 aber im Durchschnitt noch nicht ganz 4 Keime.

Bei den sieben letzten Versuchen (11 bis 17 der Tabelle II) wurden, wie bereits erwähnt, 2 Mal auf den Tellern bei hinreichend langer Beobachtung gar keine Keime gefunden, so dass mithin bei diesen Versuchen die Seeluft zweifellos keimfrei war. Wie kommt es aber, dass nicht bei allen sieben Versuchen die Gelatinefläche frei von Colonieen gefunden wurde, wie man dies doch nach den Resultaten der Röhrenversuche erwarten musste?

Schon oben ist angedeutet, dass bei den ersten Tellerversuchen, incl. Versuch 11, von den beobachteten Colonieen möglicherweise einige nicht aus der untersuchten Luft stammen, sondern von Keimen, die erst bei dem mehrfachen Abnehmen des Deckels im Laboratorium aufgefallen sind. Auch wird Jedermann die Möglichkeit zugeben, dass trotz aller Vorsicht bei dem einen oder anderen Versuch hier und da einmal ein Keim beim Abnehmen bez. Wiederaufsetzen des Deckels zu Anfang bez. Ende des Versuchs aufgefallen ist, wodurch vielleicht die vereinzelte Colonie der Versuche 12 und 13 ihre Erklärung findet. Ich will indess damit keineswegs behaupten, dass etwa alle bei den letzten sieben Versuchen gefundenen Colonieen auf diese bez. ähnliche Weise entstanden und somit als Versuchsfehler anzusehen sind, vermuthe vielmehr, dass die Mehrzahl der beobachteten Colonieen aus Keimen hervorgegangen ist, die während der Exposition auf die Gelatine gelangt sind, dass diese Keime aber nur in Folge der Zerstäubungsvorgänge an der Meeresoberfläche auf die Gelatine gelangt sind und, dass mithin die auf den Tellern beobachteten Colonieen, soweit sie nicht auf Versuchsfehler zurückzuführen sind, aus dem Meerwasser herstammen und nicht von Keimen, die durch Luftströmungen vom Lande auf das Meer hinausgetragen worden sind. Zu dieser Vermuthung halte ich mich für berechtigt, weil bei den letzten Versuchen nur gerade in denjenigen Fällen eine wenigstens nennenswerthe Anzahl von Keimen gefunden wurde, bei welchen sowohl Wind als Seegang besonders stark und dementsprechend die Zerstäubung eine beträchtliche war (Versuche 11, 16 und 17).

Unter den acht beim Versuch 11 beobachteten Colonieen waren auffallend viele Mikrokokken (5), auch im Meerwasser der dortigen Gegend fanden sich bei Untersuchung mittelst der Plattenmethode dieselben Mikrokokken in auffallend grosser Anzahl (unter 6 Colonieen 4 Mikrokokken und 2 Bacillen, cfr. die Seewasseruntersuchungen).

Beim Versuch 17 wuchsen zwei Schimmelpilze und eine bei der

Besichtigung mit blossem Auge für Rosa-Hefe gehaltene Colonie, die Untersuchung einer am Versuchstage entnommenen Meerwasserprobe ergab einen auffallend hohen Procentsatz von Schimmelpilzen, die sonst im Meerwasser fehlten oder doch nur sehr vereinzelt vorkamen, und wurden im Atlantischen Ocean an den verschiedensten Stellen kleine Stäbchen aus dem Meerwasser gezüchtet, deren Culturen mit solchen von Rosa-Hefe eine gewisse Aehnlichkeit darboten, so dass eine Verwechselung beider bei Besichtigung mit blossem Auge sehr wohl möglich ist.

Beim Versuch 11, bei welchem unter allen im Atlantischen Ocean auf der Rückreise angestellten Tellerversuchen die meisten Colonieen gefunden wurden (= 8), war nicht nur der Wind besonders stark, sondern auch der Abstand des Tellers von der Wasseroberfläche, da die Stange am Boden und nicht wie später stets am Geländer des Bootsdecks angebracht war, um mindestens 1 Meter geringer als bei den übrigen hierhergehörigen Versuchen. Je geringer aber der Abstand des Tellers von der Wasserfläche war, um so leichter konnten zweifellos von derselben losgerissene Theilchen auf die Gelatine gelangen, zumal wenn man dabei in Betracht zieht, dass bei stärkerem Wind auch die Schlingerbewegungen des Schiffes zunahmen und in Folge dessen der Teller der Wasserfläche noch mehr angenähert wurde.

Dass bei den Röhrenversuchen viel seltener Keime aus dem Meerwasser in das Röhreninnere gelangten, darf nicht Wunder nehmen, denn während der niedrige Rand des Blechtellers nur verhältnissmässig wenig Wasserstaub von der Gelatineschicht abzuhalten vermochte, waren die Röhren durch die nur mit der schmalen Oeffnung versehene innere Gummikappe vor dem Eindringen desselben ziemlich geschützt und konnten meiner Ansicht nach, da der schwache Aspirationsstrom auf die mit einer bedeutend grösseren Geschwindigkeit von dem Wind durch die Luft getragenen Wassertröpfchen, die zudem eine gewisse Schwere besassen, eine irgendwie erhebliche Richtungsablenkung auszuüben nicht im Stande war, eigentlich nur die wenigen, durch die Windrichtung selbst direct der Oeffnung in der Kappe zugeführten Tröpfchen, in die Röhre gelangen.

Wenn aber hiernach die bei den sieben letzten Tellerversuchen beobachteten Colonieen, soweit sie nicht auf Versuchsfehler zurückzuführen sind, von dem Meerwasser entstammenden Keimen herrührten, so werden auch durch die Tellerversuche die Resultate der Röhrenversuche in dem wichtigsten Punkte, wonach die Seeluft bei einem gewissen Abstand von Land unter den gewöhnlichen Verhältnissen Keime, die vom Lande her durch Luftströmungen dahin gelangt sind, nicht enthält, bestätigt, und möchte ich gerade diesen Versuchen einen ganz besonderen Werth bei-

legen, weil bei ihnen zweifellos eine viel grössere Luftmenge mit der Gelatine in eine derartige Berührung kam, dass etwa in ihr enthaltene Keime an dieselbe abgegeben werden mussten, als bei den Röhrenversuchen.

Zum Schlusse fühle ich mich verpflichtet dem Herrn Marine-Assistenzarzt Roth, welcher mir bei den beschriebenen oftmals recht mühevollen und zeitraubenden Luftuntersuchungen seine Unterstützungen angedeihen liess, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Oberdeck vo

a – *Vo*

b – *Vo*

c – *Fo*

d – *Fo*

e – *Bo*

f – *De*

g – *Fa*

h – *Gr*

i – *Gr*

k – *Ko*

l – *Ad*

m – *Kr*

n – *Kr*

o – *Ku*

p – *Be*

q – *Gig*

r – *Gig*

3'

4'

5'

6'

7'

8'

9'

10'

11'

12'

13'

Lith Anst v E A Funke, Leipzig

[Aus dem hygienischen Institut zu Göttingen.]

Die Uebertragung von Typhusbacillen auf Versuchsthiere.

Von

Dr. W. Sirotinin
aus St. Petersburg.

Im Laufe des letzten Jahres sind von mehreren Autoren Versuche mitgetheilt worden, in welchen angeblich eine Infection von Versuchsthieren — Mäusen, Meerschweinchen, Kaninchen — mit Typhusbacillen gelungen ist. Zuerst haben E. Fränkel und M. Simmonds[1] in einer gründlichen und für die Typhusätiologie nach verschiedenen Seiten hin bedeutungsvollen Arbeit berichtet, dass sie durch intraperitoneale und intravenöse Injection von Reinculturen der Gaffky'schen Typhusbacillen bei Mäusen und Kaninchen eine bald zum Tode führende Krankheit erzielten, welche durch eigenthümliche, an den Befund beim menschlichen Typhus erinnernde pathologisch-anatomische Veränderungen, nämlich Milztumor und Schwellung der Mesenterialdrüsen und der Darmfollikel, charakterisirt war. — Eine kurz darauf erschienene Publication von Seitz[2] bestätigte im Allgemeinen die Resultate jener Versuche; erweiterte dieselben aber noch durch eine Reihe sorgfältiger Experimente, in welchen gezeigt wurde, dass auch durch Einbringung der Culturen oder menschlicher Typhusdejectionen per os die gleiche Erkrankung der Versuchsthiere hervorgerufen werden kann, nachdem ähnlich wie bei den Experimenten mit Choleraculturen eine Vorbereitung der Meerschweinchen durch Sodalösung und Opiumtinctur vorausgegangen ist.

Die Ergebnisse dieser beiden neueren Arbeiten stehen in auffallendem Widerspruch mit den Angaben von Gaffky, der trotz vielfacher Variation

---

[1] *Die ätiologische Bedeutung des Typhusbacillus.* Hamburg und Leipzig 1886.
[2] *Bacteriologische Studien zur Typhusätiologie.* München 1886.

der Methode stets vergeblich eine Infection von Thieren durch die von ihm isolirten Typhusbacillen versucht hatte. Der gleiche Contrast zeigt sich gegenüber den zahlreichen, stetig negativ ausgefallenen Versuchen, die im Göttinger hygienischen Institut zum Zweck der Uebertragung des Typhus auf Thiere angestellt worden sind.

Als ein Umstand, der von vornherein vielleicht geeignet erscheinen könnte, diese Differenz aufzuklären, fallen die grossen Mengen Cultur, bez. Dejectionen in's Auge, durch welche Fränkel und Simmonds sowohl wie Seitz ihre positiven Resultate erzielten. Erstere verwendeten milchig getrübte Aufschwemmung von Reinculturen in destillirtem Wasser und injicirten davon Mäusen intraperitoneal meist eine halbe, Kaninchen intravenös eine ganze Pravazspritze; Seitz brachte seinen Versuchsthieren 5 bis 10 ccm einer im Thermostat üppig entwickelten Bouilloncultur per os bei.

Derartig grosse Dosen sind allerdings bei den früheren Infectionsversuchen nicht, oder doch nur ganz ausnahmsweise zur Verwendung gekommen, in der gewiss richtigen Erwägung, dass eine wirkliche Infection wesentlich durch eine Vermehrung der Erreger im inficirten Körper und also von einer relativ kleinen Menge aus zu Stande kommen müsse; dass dagegen bei Application sehr grosser Massen von Bacterien eine Verwechslung mit Intoxication sich ereignen kann, die dann keineswegs den specifischen pathogenen Charakter der injicirten Art erweist, sondern die sich bekanntlich auch durch nicht infectiöse, aber bei ausgedehnter Cultur grosse Menge von Ptomaïnen producirende Saprophyten erzielen lässt.

In der That sprechen verschiedene Gründe dafür, dass die Typhusübertragungen auf Thiere, welche Fränkel und Simmonds und Seitz gelungen sind, ebensowohl als Intoxication der Versuchsthiere, und nicht unbedingt eine Infection derselben aufgefasst werden können.

Darauf deutet zunächst der im Allgemeinen sehr rasche Verlauf der Erkrankung. „Die meisten der sei es nun durch directe Einverleibung der Reincultur in die Blutbahn oder sei es von der Bauchhöhle aus inficirten Thiere zeigten schon wenige Stunden nach beendeter Injection deutlich ausgesprochene Krankheitserscheinungen . . . . . Diese Zustände währten nicht selten bis zum Eintritt des Todes der Thiere, welcher bei den meisten derselben innerhalb des ersten Tages, ausnahmsweise schon nach 3 bis 4 Stunden, selten nach 2 bis 4 Tagen erfolgte."[1]

Ferner traten die pathologisch-anatomischen Veränderungen bei den ganz acut innerhalb 3 bis 5 Stunden zum Tode führenden Fällen gerade so prägnant hervor, wie bei den nach protrahirterem Verlauf gestorbenen Thieren.

[1] Fränkel und Simmonds, a. a. O. S. 45.

Diese Veränderungen waren ausserdem die nämlichen, welche auch durch andere Ptomaïn producirende Bacterienarten hervorgerufen werden. Als regelmässige Befunde beobachteten Fränkel und Simmonds Alterationen des Follikelapparates im Darm, „in der überwältigenden Mehrzahl der Fälle eine hochgradige, namentlich an den Peyer'schen Plaques ausgesprochene markige Schwellung auf bald mehr grauem, bald stark geröthetem, von der sammetartig aufgelockerten, bisweilen von kleinen Hämorrhagien durchsetzten Schleimhaut gebildetem Grunde.“ Zweitens fand sich constant eine Anschwellung der Mesenterialdrüsen; drittens deutlicher Milztumor.

Die beiden erstgenannten Symptome werden durch die Giftwirkung verschiedener saprophytischer und pathogener Bacterien, z. B. Bac. Neapolitanus, Bac. Indicus, Bac. crassus sputigenus, Bac. cuniculicida u. a. m., regelmässig in typischer Weise hervorgerufen; und Milztumor beobachtet man in mehr oder weniger ausgesprochenem Grade nach der Injection grösserer Bacterienmengen irgend welcher Art.

Dass aber Culturen von Typhusbacillen möglicherweise nach Art jener Ptomaïn liefernden Bacterien wirken können, dafür haben wir einen ganz bestimmten Anhaltspunkt in dem von Brieger[1] bereits geführten Nachweis, dass sich aus Typhusculturen eine giftige Base, das Typhotoxin, isoliren lässt, die bei Meerschweinchen Speichelfluss, frequente Athmung, Pupillenerweiterung, diarrhoeische Stühle und unter Steigerung dieser Symptome den Tod bewirkt. Dabei ist es wahrscheinlich, dass diese erste von Brieger vorgenommene Analyse der Stoffwechselprodukte der Typhusbacillen noch nicht zur Kenntniss aller darin enthaltenen Ptomaïne geführt hat.

Durch alle diese Erwägungen wird der Verdacht begründet, dass vielleicht die in der Fränkel'schen und Seitz'schen Versuchsreihen scheinbar an einer Typhusinfection zu Grunde gegangenen Versuchsthiere einer Intoxication durch die in der injicirten Culturmasse angehäuften Ptomaïne unterlegen sind. Nur ein Umstand scheint von vornherein gegen eine solche Auffassung zu sprechen: Seitz fand selten und ausnahmsweise, Fränkel und Simmonds jedoch bei dem von ihnen eingeschlagenen Injectionsmodus regelmässig die Typhusbacillen in der Milz der Versuchsthiere wieder, zuweilen selbst dann noch, wenn dieselben erst 3 bis 5 Tage nach der Injection gestorben waren.

Diese auffällige Localisation und lange Conservirung der Bacillen in der Milz konnten in der That zu der Zeit, wo Fränkel und Simmonds

[1] *Untersuchungen über Ptomaïne.* Berlin 1885. 2. Theil. S. 68. — Berlin 1886. 3. Theil. S. 85.

ihre Arbeit ausführten, kaum anders als beweisend für eine gelungene Infection angesehen werden. Seitdem aber durch die in Flügge's Institut von Wyssokowitsch angestellten Experimente gezeigt ist, dass die verschiedensten, infectiösen so gut wie nicht infectiösen Bacterien nach ihrer Aufnahme in die Blutbahn in einzelnen Organen des Körpers, namentlich in der Milz, Leber und im Knochenmark fixirt werden, erscheint die reichliche Menge von Typhusbacillen in der Milz der von Fränkel und Simmonds mit grossen Dosen Typhuscultur behandelten Versuchsthiere als selbstverständlich und keineswegs als entscheidendes Merkmal einer gelungenen Infection. Umsoweniger, als Fränkel und Simmonds nicht etwa den Nachweis erbracht haben, dass die injicirten Typhusbacillen sich im Körper der Versuchsthiere und speciell in der Milz vermehrt hatten; sondern die Resultate gestatten durchaus auch die Deutung, dass die in der Milz gefundenen Exemplare von Typhusbacillen die gleichen, wie die injicirten und nur dort in unverändertem Zustand abgelagert waren. Der Verdacht auf Intoxication wird daher auch durch den vorgefundenen Bacillengehalt der Milz nicht entkräftet.

Somit bestehen, trotz der positiven Resultate der Fränkel-Seitz'schen Thierversuche, zwei Möglichkeiten für die Wirkungsweise der Typhusbacillen im Körper der Versuchsthiere:

Entweder es kommt nach Injection grosser Mengen von Typhusbacillen zu einer wirklichen Infection. Eine solche würde anzunehmen sein, wenn die in der injicirten Culturmenge enthaltene Ptomaïndosis für sich allein nicht hinreicht, um die erzielten Krankheitserscheinungen auszulösen; und wenn vielmehr eine erhebliche Vermehrung der Typhusbacillen im Körper des Versuchsthieres unerlässlich ist, um jene Symptome hervorzurufen.

Oder es kommt nach Einverleibung der Typhusculturen nur zu einer Intoxication. Diese Alternative würde erwiesen sein, wenn es sich etwa zeigte, dass keine Vermehrung der Typhusbacillen im Thierkörper stattfindet, dass die beobachteten Krankheitserscheinungen lediglich von der in der Injectionsmasse enthaltenen Dosis Ptomaïn abhängen und dass lebende, vermehrungsfähige Typhusbacillen in der Injectionsflüssigkeit eventuell ganz fehlen können.

Aus Vorschlag des Herrn Prof. Flügge habe ich es unternommen, durch eine besondere Versuchsreihe festzustellen, welche von beiden Möglichkeiten thatsächlich bei den Uebertragungsversuchen der Typhusbacillen realisirt ist; und zwar habe ich mich bemüht, entsprechend den oben entwickelten Gesichtspunkten, erstens zu prüfen, in welcher Weise Culturen von Typhusbacillen wirken, in denen die Bacillen getödtet oder durch Filtration entfernt sind, die aber die giftigen Stoffwechselprodukte der-

selben unverändert enthalten; und zweitens zu ermitteln, ob unter irgend welchen Versuchsbedingungen eine erheblichere Vermehrung der Typhusbacillen im Körper der Versuchsthiere nachgewiesen werden kann.

Die Experimente wurden, nachdem Vorversuche im Winter 1885/86 vorausgegangen waren, im Frühjahr und Sommer 1886 ausgeführt; dieselben waren beim Erscheinen der Arbeit von Seitz bereits beendet, und ich habe daher nur in einer kleineren nachträglichen Versuchsreihe dessen speciell auf die Einverleibung per os bezüglichen Resultate berücksichtigen können.

1) Die toxische Wirkung sterilisirter Typhusculturen.

Die Methoden zur Darstellung der Bacteriengifte sind zur Zeit noch nicht hinreichend entwickelt, um aus einer bestimmten Culturmenge die quantitative Gewinnung aller producirten Ptomaïne zu ermöglichen; ich musste mich daher darauf beschränken, in den wässerigen Aufschwemmungen der Culturen die Bacillen zu tödten oder dieselben durch Chamberlandfilter zu filtriren. Da bei Anwendung der ersteren einfacheren Methode ersichtlich kein erheblicher Verlust an Ptomaïn eintrat, so habe ich diese einstweilen ausschliesslich benutzt. Die Tödtung der Bacillen geschah durch Erhitzen der Culturen in strömendem Wasserdampf von 100°; die Reagensgläser, welche 5 bis 10 ccm Aufschwemmung enthielten, blieben 10 bis 15 Minuten dem Dampf von 100° ausgesetzt; Vorversuche hatten gezeigt, dass unter den eingehaltenen Versuchsbedingungen ein 5 Minuten langes Verweilen schon vollauf genügte, um alle Bacillen und Sporen zu tödten.

Die Culturen wurden auf Kartoffeln, Nährgelatine und Nähragar angelegt. In allen Fällen wurde die Reinheit der Cultur durch mikroskopisches Verhalten, Aussehen der Colonieen auf Gelatineplatten, und namentlich durch das Wachsthum auf Kartoffeln controlirt. Mehrfach führte das letztgenannte Prüfungsmittel noch zur Erkennung von Verunreinigungen, auch wenn die Plattenculturen kein Bedenken erweckt hatten. Es kann nicht nachdrücklich genug betont werden, dass besonders bei spät vorgenommenen Sectionen nicht selten Bacillen, welche mit dem Bac. Neapolitanus identisch oder diesem ähnlich sind, und welche in Plattencultur zur Verwechslung mit Typhusbacillen Anlass geben, in der Milz, Leber, im Darminhalt u. s. w. angetroffen werden. Nur die Kartoffelculturen können hier vor Täuschungen sichern.

Von den Kartoffelculturen wurde die oberste Schicht mit dem Messer abgekratzt, in sterilisirtem Wasser vertheilt und dann durch feines Messingdrahtnetz filtrirt oder auch unfiltrirt verwendet. Die Culturen auf Gelatine und Agar waren in weiten Probirröhrchen auf schräger Oberfläche

hergestellt und wurden durch Eingiessen von Wasser, Abschaben des Belags mittelst Platindrahts und Umschütteln in Aufschwemmungen verwandelt; die von Agar gewonnenen wurden von den gewöhnlich darin suspendirten festen Agartheilchen durch Filtriren befreit.

Die Aufschwemmungen wurden Kaninchen intravenös, Mäusen intraperitoneal und subcutan, Meerschweinchen per os und intraperitoneal injicirt. Die Dosen wählte ich ungefähr so gross, wie Fränkel und Simmonds und Seitz bei ihren Versuchen. Von je einer Kartoffel oder einer schrägen Agar- oder Gelatinefläche wurden gewöhnlich 2 ccm Aufschwemmung hergestellt, und von dieser $^1/_2$ bis 1 ccm dem Versuchsthier injicirt, so dass der vierte Theil, äussersten Falls die Hälfte, zuweilen nur ein Zehntel der auf einer Kartoffel bez. in einem Probirröhrchen enthaltenen Bacillen in die Blutbahn des Thiers gelangten. Nach mehrfachen Bestimmungen durch Plattencultur und Zählung der Colonieen bezifferte sich die Menge der in einer ganzen Gelatinecultur enthaltenen Bacillen im Mittel auf ca. 200,000 Millionen.

Um eine grössere Vergleichbarkeit der Resultate zu erzielen, wurde eine grössere Anzahl Versuche mit nicht sterilisirten Culturen vorausgeschickt, oder es wurden auch Parallelversuche in der Weise ausgeführt, dass von derselben Cultur die eine Hälfte sterilisirt, die andere nicht sterilisirt zur Injection verwendet wurde.

a) Intravenöse Injection.

Versuch 1. Grosses Kaninchen. Temperatur im Rectum 39·8°. Injection von 1 Kartoffelcultur (4 Tage alt) in die Ohrvene. Aufschwemmung nicht filtrirt. Das Thier ist nach 24 Stunden matt, frisst nicht; erholt sich in den folgenden Tagen. Temperatur am 2. Tag 40·6°; am 3. 40·1°; am 4. 39·4°; am 5. 39·2°.

Versuch 2. Kleines Kaninchen. Temp. 39·2°. Injection einer Cultur von $^5/_4$ grossen Kartoffeln, 5 Tage alt, nicht filtrirt. Am folgenden Tag ist das Thier sehr matt, frisst nicht; flüssiger Koth. Temp. 36·8°; Abends 36·5°. Stirbt während der Nacht; Tod ca. 30 Stunden nach der Injection. — Section. Vereinzelte kleine Blutextravasate auf der Dünndarmschleimhaut; Peyer'sche Plaques etwas geschwollen; im Dickdarm und Rectum breiiger Koth. Mesenterialdrüsen vergrössert, kleine Extravasate. Milz und Leber anscheinend etwas vergrössert. Starke Hyperämie der Lungen, Extravasate im unteren Lappen.

Versuch 5. Grosses Kaninchen. $^3/_4$ Kartoffelcultur, 6 Tage alt, nicht filtrirt. Kurz nach der Injection Dyspnoë, Mattigkeit; nach 5 Stunden gestorben. Section: In und zwischen Peyer'schen Plaques zahlreiche kleine Extravasate. Mesenterialdrüsen vergrössert; Lungen hyperämisch und mit Extravasaten.

Versuch 6. Ziemlich grosses Kaninchen. Am 24. Mai $^3/_4$ Kartoffelcultur (6 Tage alt, filtrirt) injicirt. Während einiger Stunden nach der Injection matt,

breiige Excremente. Frisst nichts bis zum folgenden Tage. Am 25. Mai 41·3°; am 26. 39·8°; am 27. 39·1°. Frisst noch schlecht, hat sich im übrigen erholt.

Am 27. Mai nochmals Injection von etwa $^3/_4$ Kartoffelcultur (filtrirt). Einige Stunden matt, frisst nicht bis zum folgenden Tag. Am 28. Mai 39·8°. Am 29. Mai erholt; 39·5°.

Am 29. Mai dritte Injection, ungefähr die gleiche Dosis. Nach der Injection sehr matt. Erholt sich bald. Am 30. Mai 39·1°. — Magerte in der folgenden Zeit ab; wird am 12. Juni getödtet; Sectionsbefund: Ausgedehnte Gregarinose; sonst nichts Abnormes.

Versuch 7. Ziemlich grosses Kaninchen. Am 24. Mai erste Injection, am 27. zweite, am 29. dritte; Dosen wie im vorigen Versuch. Nach jeder Injection wird das Thier für die nächsten 2 bis 4 Stunden sehr schwach, hat häufige breiige und flüssige Dejectionen, frisst wenig oder gar nicht; erholt sich aber einigermaassen bis zum folgenden Tage und liefert dann wieder feste Excremente. Temp. am 25. Mai 41·0°; am 26. 40·2°; am 27. 39·7°; am 27. 4 Stunden nach der Injection 40·4°; am 28. 40·2°; am 29. 40·2°; am 29. 2 Stunden nach der Injection 40·1°; am 30. 39·8°; am 1. Juni 38·8°. — Am 1. Juni ist es noch schwach und abgemagert; wird 68 Stunden nach der letzten Injection getödtet; Sectionsbefund: Pigmentirung der Peyer'schen Plaques und Mesenterialdrüsen; sonst nichts Bemerkenswerthes, ausser mässig ausgedehnter Darmgregarinose.

Versuch 8. Mittelgrosses Kaninchen. Am 25. Mai $^1/_3$ Agarcultur, am 28. Mai $^1/_2$ Agarcultur (5 bez. 8 Tage bei 35° gezüchtet). Vorübergehend dünne Excremente, im übrigen keine Störung. Temp. am 26. Mai 41·0°; am 27. 39·7; am 28. 39·7°; am 29. 41·2°.

Versuch 9. Mittelgrosses Kaninchen. Am 25. Mai und am 28. je eine Injection wie im vorigen Versuch. Am 26. Mai sehr schwach, flüssige Excremente, Temp. 41·6°; am 27. erholt, Temp. 40.8°; am 28. 40·5°; am 29. 40·9°. Nach der zweiten Injection wenig Störung.

Versuch 15. Kleines Kaninchen. Injection von $^1/_{10}$ Agarcultur (7 Tage bei 35°). Nach einigen Stunden matt, frisst nicht. Ueber Nacht, etwa 12 Stunden nach der Injection, gestorben. Sectionsbefund: Einige Ecchymosen im Dünndarm, sonst nichts Abnormes.

Versuch 17. Kleines Kaninchen (900 ^{grm}). $^1/_2$ Kartoffelcultur, 6 Tage bei 35°, filtrirt. Eine halbe Stunde nach der Injection Mattigkeit, beschleunigte Athmung, häufige breiige Excremente, stark aufgetriebener Bauch. 5 Stunden nach der Injection gestorben. Section: Im Dickdarm halbflüssiger Koth; im Dünndarm nichts Abnormes ausser Hyperämie der Peyer'schen Plaques. Milz und Mesenterialdrüsen kaum merklich vergrössert. Lungen hyperämisch.

Versuch 18. Kleines Kaninchen (790 ^{grm}). Die gleiche Aufschwemmung injicirt wie im vorigen Versuch, und in gleicher Dosis, aber die Aufschwemmung vorher in strömendem Wasserdampf von 100° 10 Minuten sterilisirt. Gelatineplatten, mit einer Probe der Aufschwemmung angelegt, blieben steril. Eine Stunde nach der Injection ist das Thier schwer krank, liegt auf der Seite, ist dyspnoisch, hat häufige dünne Dejectionen. Tod nach $5^1/_2$ Stunden. Section: Peyer'sche Plaques hyperämisch, Mesenterialdrüsen geschwollen; Lungen hyperämisch, zeigen einige Blutextravasate. Gelatineplatten mit Proben aus Organen steril. Uebriger Befund wie im vorigen Versuch.

Versuch 20. Grosses Kaninchen (1700 grm). $^2/_5$ einer Gelatinecultur, 5 Minuten in strömendem Wasserdampf von 100° sterilisirt (auf Controlplatte nichts gewachsen). Nach 3 Stunden Seitenlage, Dyspnoë, Durchfall, verengerte Pupillen. Vor der Injection Temp. 40·1°; 6 Stunden darnach 39·7°. Am folgenden Tage sehr schwach, fortdauernd Dyspnoë und Durchfall. 2 Stunden vor dem Tode Temp. 37·1°. Tod 26 Stunden nach der Injection. Section: Schleimhaut des Dünndarms (nam. im Ileum) weich, hyperämisch, mit zahlreichen Extravasaten; letztere auch auf einigen Peyer'schen Plaques. Mesenterialdrüsen vergrössert, zeigen ebenfalls Extravasate. Lungen hyperämisch. Milz nicht deutlich vergrössert.

Versuch 21. Mittelgrosses Kaninchen (1500 grm). $^3/_5$ Gelatinecultur, von derselben Aufschwemmung wie im vorigen Versuch, nicht sterilisirt. Bei der Injection geräth ein Theil der Flüssigkeit neben die Vene. Nach 3 Stunden Schwäche, Durchfall; Temp. 41·2° (vor der Injection 39·2°). Erholt sich im Laufe der folgenden 2 Tage; Temp. 39·6°.

Versuch 24. Mittelgrosses Kaninchen. $^1/_5$ Kartoffelcultur sterilisirt; 8 Minuten später $^1/_{10}$ derselben Cultur nicht sterilisirt, injicirt. Einige Stunden nach der Injection schwach, frisst nicht. Dann allmähliche Reconvalescenz.

Versuch 25. Kleines Kaninchen. $^1/_{10}$ Kartoffelcultur, nicht sterilisirt (dieselbe Cultur wie im vorigen Versuche). Kaum merkbare Störung des Befindens.

Versuch 26. Mittelgrosses Kaninchen (1700 grm). $^2/_5$ Kartoffelcultur sterilisirt (auf Controlplatten nichts gewachsen); nach 15 Stunden $^1/_{10}$ Gelatinecultur nicht sterilisirt. Nach der ersten Injection krank, frisst nicht, Durchfall; Temp. 40·4° (vor der Injection 39·5°). Nach der 2. Injection zunächst keine Steigerung der Symptome; Durchfall, Schwäche bestehen fort. Tod ca. 40 Stunden nach der 2. Injection. Section: Im Dickdarm flüssiger Inhalt; Dünndarm ohne stärkere Veränderungen, Peyer'sche Plaques vielleicht etwas geschwollen. Leber stellenweise missfarbig, Begrenzung der acini verschwommen. Lungen hyperämisch, zwei hämorrhagische Heerde. Knochenmark (femur) stellenweise graugelb verfärbt.

Versuch 27. Mittelgrosses Kaninchen (1500 grm). Injectionen genau wie im vorigen Versuch, mit denselben Aufschwemmungen. Nach der ersten Injection ist das Thier matt, frisst nicht, hat Durchfall; diese Symptome halten zwei Tage an und verlieren sich dann allmählich.

Versuch 28. Mittelgrosses Kaninchen. $^1/_2$ Gelatinecultur sterilisirt (36 Tage alte Cultur). 1 Stunde nach der Injection Durchfall, Dyspnoë; Seitenlage. Starke Auftreibung des Bauches. Temp. 3 Stunden nach der Injection 37·3°. Tod nach 6 Stunden. Section: Darm mit flüssigem Koth und Gasen stark gefüllt. Im Dünndarm einige kleine Blutextravasate, ebensolche in grösserer Zahl in den vergrösserten Mesenterialdrüsen; Lungen stark hyperämisch.

Versuch 29. Kleines Kaninchen. Die gleiche Aufschwemmung wie im Versuch 28, sterilisirt; gleiche Dosis. Aehnliche Symptome, nicht ganz so heftig; das Thier erholt sich innerhalb 2 bis 3 Tagen. Temp. vor der Injection 39·2°; 4 Stunden nach der Injection 40·5°; nach 24 St. 39·9°; nach 48 St. 38·8°. — Bleibt in der Folge schwach und magert ab; Tod am 7. Tag nach der Injection. Section: Ausgedehnte Gregarinose. Peyer'sche Plaques und Mesenterialdrüsen pigmentirt; sonst keine Abnormität.

Versuch 30. Kaninchen von 1200 ^{grm}. Aufschwemmung (sterilisirt) und Dosis wie im vorigen Versuch. $^1/_2$ Stunde nach der Injection schwere Krankheitssymptome; Temp. nach 3 St. 37·2° (vor der Inj. 39·4°). Tod nach 8 Stunden. Section: Darm stark gefüllt durch Gase und flüssigen Koth. Im Ileum stellenweise blutiger Darminhalt. Dünndarmschleimhaut stark hyperämisch; hier, sowie in den geschwollenen Peyer'schen Plaques und den vergrösserten Mesenterialdrüsen zahlreiche Blutextravasate. Lungen stark hyperämisch.

Versuch 31. Kaninchen von 985 ^{grm}. Injection wie in Vers. 29 und 30 (sterilisirte Cultur). Kranheitssymptome weniger stürmisch, aber deutlich ausgesprochen; Excremente flüssig. Temp. 3 Stunden nach der Injection 38·8° (vor der Inj. 39·0°); am 2. und 3. Tag 38·5°; Tod nach 5 Tagen; Gewicht 695 ^{grm}. Section: Darm fast ganz leer. Pigmentirung der Peyer'schen Plaques und der Mesenterialdrüsen.

Versuch 33. Kaninchen von 1500 ^{grm}. Injection von $^3/_{10}$ Gelatinecultur (5 Tage alt) sterilisirt; am folgenden Tage $^1/_{10}$ Gelatinecultur (15 Tage alt) nicht sterilisirt. Nach der ersten Injection geringe Krankheitssymptome; nach der zweiten keine Störung der allmählichen Reconvalescenz. Temp. vor der Inj. 40·1°; 15 Stunden nach der ersten Injection 39·9°; am 3. Tag 38·9°. — 3 Tage nach der 2. Injection getödtet. Section: nichts Abnormes ausser geringfügiger Pigmentirung der Peyer'schen Plaques und Mesenterialdrüsen.

Versuch 34. Kaninchen von 900 ^{grm}. $^3/_{10}$ Gelatinecultur (die gleiche wie in Versuch 33, erste Injection) sterilisirt. 2 Stunden nach der Injection dieselben Symptome wie in den früheren Versuchen in hohem Grade; Tod nach 16 Stunden. Section: Starke Ausdehnung des Darmes durch Gase und flüssigen Koth; Mesenterialdrüsen geschwollen; keine Extravasate.

Versuch 35. Altes Kaninchen von 1800 ^{grm}. $^3/_{20}$ Gelatinecultur, 15 Tage alt, nicht sterilisirt (dieselbe wie Versuch 33, zweite Injection). Schwere Krankheitssymptome. Temp. 5 Stunden nach der Injection 37.8° (vor derselben 39·2°). Tod über Nacht nach ca. 14 Stunden. Section: In den vergrösserten Mesenterialdrüsen zahlreiche Extravasate; einige auch im Proc. vermiformis. Milz vergrössert. Lungen stark hyperämisch.

Versuch 36. Kaninchen von 1700 ^{grm}. Aufschwemmung und Dosis wie im vorigen Versuch. Wenig Krankheitssymptome. Temp. 15 Stunden nach der Injection 40·8° (vorher 39·5°). Nach 24 Stunden getödtet. Section: Keine merkliche Abnormitäten.

Versuch 37. Kaninchen von 1500 ^{grm}. Aufschwemmung und Dosis wie in den beiden vorigen Versuchen. Mässige Symptome. Temp. vor der Injection 39·2°; nach 24 Stunden 38·2°; nach 48 Stunden 38·8; nach 60 Stunden 39·1°. Getödtet nach 63 Stunden; Gewicht 1402 ^{grm}. Section: Trächtiges Thier. Im Dünndarm Reste von Extravasaten; Knochenmark (femur) auffallend graugelb verfärbt. Sonst keine hervorstechende Veränderungen.

Versuch 38. Kaninchen von 1200 ^{grm}. $^1/_2$ Gelatinecultur, 2 Tage alt, sterilisirt. Abends 7 Uhr injicirt, Thier Morgens todt. Section: Darm stark aufgetrieben, flüssiger Koth. In der Dünndarmschleimhaut und in den vergrösserten Mesenterialdrüsen Extravasate. Ebenso in den hyperämischen Lungen.

Versuch 40. Kaninchen von 1730 grm. $^1/_3$ Gelatinecultur, 8 Tage alt, sterilisirt. Tod nach 5 Stunden. Section: Schwellung der Peyer'schen Plaques, Mesenterialdrüsen vergrössert und mit Extravasaten; Lungen hyperämisch, Extravasate.

Versuch 41. Kaninchen von 1350 grm. $^1/_6$ Gelatinecultur, 5 Tage alt, nicht sterilisirt. Schwere Krankheitserscheinungen. Temp. vor der Injection 39·8°; 5 Stunden nach derselben 37·5°. Tod nach 21 Stunden. Section: Vereinzelte Extravasate in der Dünndarmschleimhaut und in den stark hyperämischen Lungen.

Versuch 43. Grosses Kaninchen. $^1/_5$ Gelatinecultur, 7 Tage alt, sterilisirt. Nach einigen Stunden schwere Krankheitserscheinungen; Temp. 37·2° (vor der Injection 39·7°). Nach 24 Stunden wesentliche Besserung, Temp. 40·0°. Darauf 2. Injection von $^1/_{20}$ Gelatinecultur, 6 Tage alt, nicht sterilisirt. Keine besonderen Symptome; Temp. an den folgenden Tagen: 39·0°; 39·2°; 39·4°. Magert später ab, wird nach 14 Tagen getödtet. Section: Ausgedehnte Gregarinose.

Versuch 44. Grosses Kaninchen. $^1/_8$ Gelatinecultur, 10 Tage alt, sterilisirt. Schwere Krankheitserscheinungen. Stirbt über Nacht nach ca. 10 Stunden. Section: Därme stark aufgetrieben. Dünndarmschleimhaut hyperämisch. Mesenterialdrüsen stark vergrössert. Keine Extravasate.

Versuch 45. Junger Hund, 8200 grm schwer. $^1/_2$ Gelatinecultur, 4 Tage alt, sterilisirt, in Vena cruralis injicirt. Nach der Injection einige Male Erbrechen, mehrfach dünne Dejectionen; liegt ruhig und apathisch; frisst den ganzen Tag nichts. Am folgenden Tag besser; von da ab rasche Reconvalescenz.

Versuch 46. Hund von 9600 grm Gewicht. $1^1/_4$ Gelatinecultur (dieselbe wie im vorigen Versuch) sterilisirt, in Vena cruralis injicirt. Bald nach der Injection beginnt Erbrechen und Durchfall und hält in heftigem Grade bis zum Tode an. Im Erbrochenen etwas Blut. Tod 12 Stunden nach der Injection. Section: Sehr starke Hyperämie der Darmschleimhaut im Duodenum, Dünndarm und Dickdarm. Zahlreiche starke Blutextravasate in der ganzen Schleimhaut vertheilt; im Duodenum zwei Ulcerationen. Lungen stark hyperämisch und mit zahlreichen Extravasaten.

Versuch 50b. Meerschweinchen, 300 grm schwer. $^1/_{10}$ Gelatinecultur, 3 Tage alt, sterilisirt, Abends in Vena jugularis injicirt. Ueber Nacht gestorben. Section: Zahlreiche Blutextravasate in Dünndarmschleimhaut und in den vergrösserten Mesenterialdrüsen. Lungen hyperämisch.

b) Intraperitoneale Injection.

Versuch 49. Meerschweinchen, 326 grm. $^3/_8$ Gelatinecultur, 4 Tage alt, sterilisirt, in die Bauchhöhle injicirt. Am folgenden Tage matt, frisst nicht. Dann Reconvalescenz.

Nach 9 Tagen $^2/_3$ Gelatinecultur, 7 Tage alt, sterilisirt, intraperitoneal injicirt. Schwere Krankheitserscheinungen, Tod über Nacht nach ca. 16 Stunden. Section: Mesenterialdrüsen vergrössert, zahlreiche Extravasate; Darmschleimhaut nicht auffällig verändert. Milz scheint etwas vergössert zu sein.

Versuch 50a. Meerschweinchen, 310 grm. $^3/_4$ Gelatinecultur, 4 Tage alt, sterilisirt. In den nächsten 2 Tagen mässige Krankheitserscheinungen, dann

gesund. — Wird nach 9 Tagen zu einem Versuch mit intravenöser Injection benutzt und erliegt dabei (Versuch 50b).

Versuch 60. Meerschweinchen, 540 ^{grm}. $1^1/_2$ Gelatineculturen, 5 Tage alt, sterilisirt. In den ersten Stunden nach der Injection anscheinend gesund; am folgenden Tag deutliche Krankheitserscheinungen; stirbt 40 Stunden nach der Injection. Section: In der Bauchhöhle kleine Mengen trüber Flüssigkeit (bacterienfrei), alte Verwachsungen der Leber mit dem Diaphragma. Dünndarm stark mit Gasen und flüssigem Inhalt gefüllt, ohne Extravasate. Milz und Mesenterialdrüsen vergrössert.

Versuch 32. Von 4 grauen Hausmäusen erhalten 2 intraperitoneale Injection von 0·1 ^{ccm} sterilisirter Cultur-Aufschwemmung, 2 die gleiche Dosis nicht sterilisirt. (Jede Dosis entsprach etwa $^1/_{20}$ Gelatinecultur). Alle 4 Mäuse starben innerhalb 16 bis 24 Stunden. Section: Im Dünndarm flüssiger Inhalt, viel Gas. Milz anscheinend vergrössert. Präparate und Platten von Organen zeigen keine Bacterien.

Versuch 61. Eine graue Hausmaus erhält 0·3 ^{ccm} (= $^1/_{10}$ Gelatinecultur) sterilisirter Aufschwemmung; eine weisse Hausmaus 0·2 ^{ccm} (= $^1/_{15}$ Cultur); eine Feldmaus dieselbe Dosis. Die beiden ersten starben nach ca. 18 Stunden, Sect. wie oben; die Feldmaus erscheint Anfangs krank, erholt sich aber wieder.

Versuch 62. Von 3 grauen Hausmäusen erhält die erste 0·3 ^{ccm} sterilisirte Aufschwemmung (= $^1/_{10}$ Gelatinecultur), die zweite 0·2 ^{ccm} (= $^1/_{15}$ Cultur), die dritte 0·1 ^{ccm} (= $^1/_{20}$ Cultur). Die beiden ersten starben nach 15, bez. 24 Stunden, Sect. wie oben; die dritte bleibt gesund.

c) Subcutane Injection.

Versuch 47. Kleiner junger Hund. 3 Gelatineculturen, 6 Tage alt, in 5 ^{ccm} Wasser vertheilt, sterilisirt, werden subcutan injicirt. Einige Stunden nachher ist das Thier etwas matt, frisst schlecht; am folgenden Tag wieder gesund. — 3 Tage später 2. Injection von 3 Gelatineculturen (9 Tage alt), nicht sterilisirt. Aehnliche leichte Krankheitserscheinungen, wie nach der ersten Injection; dann völlig gesund.

Versuch 63. Meerschweinchen. Eine Gelatinecultur, 4 Tage alt, in $1^1/_2$ ^{ccm} Wasser vertheilt, sterilisirt. Bleibt gesund.

Versuch 64. 4 graue Hausmäuse erhalten subcutan 0·3 ^{ccm} sterilisirte Aufschwemmung (= $^1/_{10}$ Cultur), 2 Mäuse die gleiche Dosis nicht sterilisirt. Alle bleiben gesund.

Versuch 65. Eine graue Hausmaus erhält 0·7 ^{ccm} sterilisirte Aufschwemmung (= $^1/_5$ Cultur); stirbt nach 22 Stunden. Zwei Mäuse erhalten von derselben Aufschwemmung je 0·5 ^{ccm}; eine stirbt nach 15 Stunden, die andere bleibt gesund. Eine Feldmaus erhält 1·0 ^{ccm}; bleibt gesund.

Versuch 66. Sieben grauen Hausmäusen werden von einer sterilisirten Culturaufschwemmung, von welcher 1 ^{ccm} = $^1/_3$ Gelatinecultur entspricht, injicirt: Nr. 1, 2, 3, 4 und 5 je 1·0 ^{ccm}; von diesen sterben drei nach 15 bis 24 Stunden, zwei bleiben gesund. Nr. 6 und 7 erhalten je 0·5 ^{ccm}. Von diesen stirbt eine, die andere bleibt gesund.

Versuch 67. Vier weisse Hausmäuse erhalten nicht sterilisirte Culturaufschwemmung, 1 ccm = 1/4 Gelatine. Nr. 1 und 2 erhalten je 0·3 ccm; sterben beide nach ca. 24 Stunden. Nr. 3 bekommt 0·2, Nr. 4 0·1 ccm; diese beiden bleiben gesund.

Vier andere weisse Mäuse erhalten je eine grosse Platinöse reiner Typhuscultur in eine Hauttasche. Bleiben gesund.

d) Injection per os.

Versuch 51. Drei Meerschweinchen, welche zwei Tage gehungert hatten, werden je 5, bez. 10 ccm sterilisirte Bouilloncultur (3 Tage bei 35°) mittels Katheters in den Magen eingebracht. Zwei bleiben gesund. Das dritte Thier (10 ccm) ist einen Tag lang krank, frisst schlecht, ist apathisch, erholt sich dann aber wieder.

Versuch 68. Vier Meerschweinchen erhalten je 10 ccm Bouilloncultur (3 Tage bei 35°; nicht sehr üppig entwickelt, vermuthlich weil die Flüssigkeitsschicht zu hoch war).

Nr. 1, 410 grm, erhält per os 5 ccm Sodalösung, dann 10 ccm nicht sterilisirte Cultur; bleibt gesund.

Nr. 2, 290 grm. 5 ccm Sodalösung, 10 ccm sterilisirte Cultur. Gesund.

Nr. 3, 340 grm. 5 ccm Sodalösung; intraperitoneal 1·3 ccm Opiumtinctur + 10 ccm nicht sterilisirte Cultur. Gesund.

Nr. 4, 380 grm. 5 ccm Sodalösung; 1·5 ccm Opiumtinctur; 10 ccm sterilisirte Cultur. Zeigt in den folgenden Tagen Krankheitserscheinungen; erholt sich später.

Versuch 69. Bouilloncultur wie im vorigen Versuch, 5 Tage alt.

Meerschweinchen Nr. 1, 270 grm. 5 ccm Sodalösung, 1·3 ccm Opiumtinctur, 10 ccm nicht sterilisirte Cultur. Stirbt nach 1/2 Stunde; Verletzung und Blutung am Mesenterium.

Nr. 2, 340 grm. 5 ccm Sodalösung, 1·6 ccm Opiumtinctur, 10 ccm nicht sterilisirte Cultur. Einige Minuten ruhige Narcose, dann Krämpfe; Tod nach 3/4 St., vermuthlich durch Opiumwirkung. Verletzungen der Bauchorgane waren nicht nachweisbar.

Nr. 3, 235 grm. 0·7 ccm Opiumtinctur, 12 ccm sterilisirte Cultur. An dem Tage der Injection und am folgenden Tage geringe Krankheitserscheinungen; dann gesund.

Nr. 4, 280 grm. 1·3 ccm Opiumtinctur, 14 ccm sterilisirte Cultur. Zunächst ruhige Narcose; gegen Ende derselben einige Krämpfe. 3 1/2 Stunden nach der Injection sitzt das Thier zusammengekauert, sieht struppig aus, ist wenig reizbar, reagirt aber auf stärkere Reize, läuft ohne Schwierigkeit. Stirbt über Nacht. Section: Keine Verletzung der Bauchorgane; Darm ohne auffallende Veränderungen; Lungen hyperämisch.

Versuch 70. Aufschwemmung von Gelatineculturen, 4 ccm entsprechen einer Cultur (ein Kaninchen, welchem 1 ccm der Aufschwemmung in die Ohrvene injicirt war, starb nach ungefähr 15 Stunden).

Meerschweinchen Nr. 1, 440 grm. 5 ccm Sodalösung, 2 ccm Opiumtinctur, 10 ccm nicht sterilisirte Cultur. Stirbt nach fast einer Stunde. Section: Bluterguss in die Bauchhöhle.

Nr. 2, 270 grm. 5 ccm Sodalösung, 1 ccm Opiumtinctur, 10 ccm nicht sterilisirte Cultur. Nach einer Stunde krank, sitzt ruhig, reagirt langsam auf Reizungen. Am folgenden Tage schwächer, kann nur mühsam laufen. Stirbt nach 24 Stunden. Section: Darm aufgetrieben; Peyer'sche Plaques etwas geschwollen.

Nr. 3, 410 grm. 5 ccm Sodalösung, 1·8 ccm Opiumtinctur, 10 ccm sterilisirte Cultur. Tiefe Narcose. Nach einer Stunde scheinbar gesund. Am folgenden Morgen krank, apathisch, struppig; frisst nicht. Allmähliche Reconvalescenz.

Nr. 4, 570 grm. 5 ccm Sodalösung, 2 grm Opiumtinctur, 10 ccm sterilisirte Cultur. Bleibt gesund.

Versuch 71. Aufschwemmung von Gelatineculturen, 4 Tage alt. 4 ccm entsprechen einer Cultur.

Meerschweinchen Nr. 1, 550 grm. 25 ccm sterilisirte Cultur, $2^1/_2$ ccm Opiumtinctur. War am folgenden Tage krank, erholt sich später und bleibt gesund.

Nr. 2, 440 grm. 20 ccm sterilisirte Cultur, 2 ccm Opiumtinctur. Gesund.

Nr. 3, 350 grm. 5 ccm Sodalösung, 15 ccm nicht sterilisirte Cultur, 1·25 ccm Opiumtinctur. Bleibt gesund.

Aus diesen Versuchen geht mit aller Bestimmtheit hervor, dass in der That sterilisirte oder durch Filtration von lebenden Bacillen befreite Culturaufschwemmungen von Typhusbacillen bei den Versuchsthieren die gleichen Krankheitserscheinungen hervorrufen wie lebende Culturen, dass sie den Tod innerhalb der gleichen Zeit veranlassen und dass sie zu den gleichen pathologisch-anatomischen Veränderungen führen. Besonders beweisend sind die Parallelversuche 18, 20, 28 bis 31, 34, 38, 40. 44.

Wie in den Versuchen von Fränkel und Simmonds, so tritt auch in meinen Versuchen im Allgemeinen deutlich die Abhängigkeit des Erfolgs von der Menge der injicirten Cultur hervor. In den meisten Fällen wird schon mit der Dosis, welche Fränkel und Simmonds gewöhnlich benutzten — eine Pravazspritze milchig getrübter Aufschwemmung — auch nach der Sterilisirung volle Wirkung erzielt; zuweilen trat diese sogar nach sehr kleinen Dosen ein, z. B. starben Kaninchen in Versuch 15 nach $^1/_{10}$ sterilisirter Agarcultur, in den Versuchen 43 und 44 nach $^1/_5$ resp. $^1/_8$ sterilisirter Gelatinecultur, ein Meerschweinchen in Versuch 50^b nach $^1/_{10}$ Gelatinecultur u. s. w.

Daneben aber macht sich zweifellos eine individuell verschiedene Disposition der Versuchsthiere gegenüber dem Typhusgift geltend. Auch die früheren Beobachter haben die nämliche relative Immunität einzelner Versuchsthiere und die besondere Empfänglichkeit anderer ebensowohl constatiren können. In prägnanter Weise tritt dies Verhalten z. B. in den Versuchen 35, 36, 37 hervor, wo mehrere Thiere mit der gleichen Aufschwemmung in gleicher Dosis, aber mit sehr verschiedenem Effect be-

handelt wurden. — Ob einmaliges Ueberstehen der Injection eine Art erworbene Immunität gegenüber starken Dosen des Typhusgifts schafft, lässt sich Angesichts der von vornherein bestehenden grossen individuellen Verschiedenheiten schwer entscheiden. Doch wurden mehrfach zweifellose und charakteristische Krankheitssymptome nach der zweiten Injection constatirt, und im Versuch 49 rief eine solche den Tod des Thieres hervor.

Absichtlich wurden verschiedene Nährsubstrate zu den Culturen verwendet; doch ist es bei der ungleichen Empfänglichkeit der Versuchsthiere schwer zu entscheiden, welches Nährsubstrat der Production des Ptomaïns am günstigsten ist. Im Ganzen scheinen die Gelatineculturen den Kartoffelculturen und den Agarculturen an Giftigkeit überlegen zu sein. Auch das Alter der Culturen ist vermuthlich in dieser Beziehung von Einfluss: vor Ablauf von drei Tagen ist nur wenig Ptomaïn gebildet, und besser ist es jedenfalls, ältere Culturen zu verwenden, da auch nächträglich selbst bei wochenlangem Stehen der Culturen kein erheblicher Verlust an Ptomaïn einzutreten scheint. Nachweislich werden die gelatinirten Nährsubstrate von dem offenbar leicht löslichen Ptomaïn vollkommen durchsetzt; eine Gelatinecultur auf schräger Fläche z. B., von welcher die Auflagerung der Bacillen sorgfältig entfernt war, zeigte, nachdem sie zum Zweck der Tödtung etwa anhaftender Bacillen auf 75° erwärmt und dann im flüssigen Zustand in einer Dosis von $1\frac{1}{2}$ ccm einem Kaninchen injicirt war, noch stark toxischen Effect. Um möglichst wirksame Culturaufschwemmungen zu erhalten, ist es daher zweckmässig die Masse der Nährsubstrate nicht zu gross zu wählen. Bei Verwendung von Bouillon als Nährflüssigkeit tragen ebenfalls grössere Volumina nur zur Verdünnung und Abschwächung der Culturen bei, da die Bacillen hauptsächlich in den oberen Schichten zu vegetiren und Ptomaïn zu produciren scheinen.

Unter den Krankheitssymptomen verdient das Verhalten der Körpertemperatur der Versuchsthiere besondere Beachtung. Bei letalem Ausgang tritt regelmässig ein starkes Absinken der Eigenwärme hervor; bei günstigem Verlauf und siegreicher Reaction des Körpers dagegen meistens ein Ansteigen um 1 bis 2°. Die Parallelversuche 35 und 36, in welchen die gleiche Dosis das eine Thier tödtete, das andere nur vorübergehend erkranken liess, sind in dieser Beziehung besonders instructiv.

Die charakteristischen Krankheitserscheinungen, namentlich häufige Entleerung breiiger oder flüssiger Excremente, sowie die gröberen pathologisch-anatomischen Veränderungen treten am intensivsten beim Hund, demnächst bei den Kaninchen hervor. Meerschweinchen zeigten weder Durchfall, noch einen so bemerkenswerthen Sectionsbefund. — Unter den pathologisch-anatomischen Veränderungen ist nach meinen Erfahrungen die Schwellung der Milz im Ganzen am wenigsten scharf ausgeprägt.

Ich habe im hiesigen Institut vielfach Gelegenheit genommen, die Grösse der Milz von Kaninchen, Mäusen und Meerschweinchen zu beobachten, die nicht an infectiösen Krankheiten gestorben waren; ich muss aber gestehen, dass ich dort so bedeutenden Schwankungen in der Grösse und Farbe schon bei normalen Thieren begegnet bin, dass ich es meistens für schwierig halten muss, abgesehen von extremen Fällen, die Milz eines inficirten Versuchsthieres als entschieden abnorm und durch den eben stattgehabten Eingriff vergrössert zu erkennen.

Die Versuche per os haben mir bei weitem nicht so viel positive Erfolge gegeben, wie Seitz. Letzterer hatte bei 8 Meerschweinchen durch Injection von Cultur den Tod der Thiere bewirkt, bei 8 anderen war auf gleiche Dosen Cultur keine Störung eingetreten. Ausserdem waren noch Injectionen von Typhusstühlen mehrfach von Erfolg; doch möchte ich letztere Versuche nicht als ganz vollwerthig in Betracht ziehen, weil in den Dejectionen des kranken Darms doch vielleicht andere ptomaïnproducirende Bacterien waren, die sich an dem Effect betheiligen konnten. Worin die geringere Wirksamkeit meiner Culturen begründet war, ob in der Art der Cultur, oder in der Widerstandsfähigkeit meiner Versuchsthiere, oder in der Ausführung der Operation, das ist nicht zu entscheiden; dass ein solches Versagen der Methode Angesichts unserer jungen Kenntnisse über die Giftproduction der Typhusbacillen leicht vorkommen kann, geht aus der Seitz'schen Versuchsreihe selbst hervor. In derselben sind die letzten fünf Versuche ausnahmslos negativ ausgefallen, während die vier vorhergehenden ausnahmslos den Tod der Thiere zur Folge hatten. Unter solchen Umständen hätte nur eine sehr grosse Zahl von Versuchsthieren sicheren Entscheid bringen können, die ich leider nicht beschaffen konnte. — Uebrigens sind die Resultate meiner per os angestellten Versuche immerhin geeignet, die Erklärung der Krankheit und des Todes der Versuchsthiere durch Intoxication zu unterstützen; denn die von Krankheitssymptomen oder vom Tod der Thiere gefolgten Injectionsversuche vertheilen sich ziemlich gleichmässig auf sterilisirte und nicht sterilisirte Culturen. Unter sieben Versuchen mit ersteren trat einmal Tod (Vers. 69), dreimal schwerere Erkrankung (Versuche 51, 68, 70) ein; sechs Versuche mit nicht sterilisirten Culturen ergaben ebenfalls einen Todesfall (Vers. 70), der auf Wirkung der Cultur zurückzuführen war.

Somit ist der Beweis geführt, dass in den Typhusculturen eine beträchtliche Dosis wirksamer Ptomaïna vorhanden ist, und dass die aus der Injection resultirenden Krankheitssymptome und Todesfälle vollauf auch aus einer Intoxication durch diese Giftmenge erklärt werden können.

II. Findet eine Vermehrung injicirter Typhusbacillen im Körper der Versuchsthiere statt?

Die Wirkung der Typhusculturen auf Versuchsthiere könnte trotz des im vorigen Abschnitt geführten Nachweises immerhin als eine Infection aufgefasst werden, wenn constatirt würde, dass erst eine starke Vermehrung der injicirten Typhusbacillen die wirksame Menge von Ptomaïn herstellt oder doch als wesentlich mitwirkender Factor in Betracht kommt. Ein Beispiel eines solchen Verhaltens liefern uns die Choleraspirillen; in grosser Dosis im Stande, Versuchsthiere durch die bereits vorhandene Ptomaïnmenge zu tödten, sind sie auch befähigt, eine Art Infection zu veranlassen, wenn sie in kleinen Mengen in den Darm injicirt werden. Die Thiere erkranken dann nicht in kürzester Frist, sondern erst nachdem eine lebhafte Vermehrung der Spirillen im Darme stattgefunden und die zur schädlichen Wirkung erforderliche Giftmenge gebildet hat; und in Folge dieser Reproduction der Spirillen kann von dem Darminhalt des erkrankten Thieres ein anderes Thier, von diesem ein drittes und so fort inficirt werden.

Dass die Typhusbacillen eine ähnliche Reproduction im Versuchsthiere leisten, ist freilich schon deshalb unwahrscheinlich, weil jeder Versuch, die Thiere mit so kleinen Culturmengen, wie es bei den Choleraspirillen gelingt, zu inficiren, fehlschlägt. $^1/_5$ schräge Gelatinecultur stellte in unseren Versuchen ungefähr die untere Grenze einer wirksamen Dosis dar, die sogar nicht selten noch mit negativem Resultat applicirt wurde. — Ferner haben weder Fränkel nnd Simmonds, noch Seitz bei ihren Versuchen eine deutliche Vermehrung der injicirten Typhusbacillen beobachten können. Fränkel und Simmonds fanden zwar regelmässig Typhusbacillen in der Milz der Versuchsthiere, aber es ist nicht ersichtlich, dass die Menge derselben etwa zu bedeutend gewesen sei, um durch eine einfache Conservirung der injicirten Bacillen erklärt zu werden. Bei den Kaninchenmilzen liess der mikroskopische Nachweis durch Ausstrichpräparate oft im Stich; „auf Schnitten waren in den frisch nach der Section untersuchten Milzen, selbst wenn diese auf das 3 bis 4fache des normalen Volums vergrössert waren und trotz exacter Befolgung der Färbemethode keine oder äusserst spärliche Bacillen zu finden.“ Erst in den post mortem 12 bis 24 Stunden bei Brutwärme conservirten Milzen gelang der Nachweis im Schnitt; und ferner ergab das Plattenverfahren auch mit Proben des frischen Organs stets positive Resultate. Nur bei Mäusen wurden zuweilen enorme Mengen von Bacillen in Ausstrichpräparaten der Milz gefunden; aber auch dies Resultat ist nicht geeignet,

einen Schluss auf eine etwaige Reproduction der injicirten Bacillen zu gestatten, da für die Injectionsversuche bei Mäusen relativ sehr grosse Mengen Cultur ($^1/_2$ ccm milchig getrübter Aufschwemmung, gegenüber 1 ccm für den etwa 100fach grösseren Körper der Kaninchen) verwandt wurden.

Seitz fand in sechs Fällen von intravenöser Injection 4mal Typhusbacillen in den von Milz und Leber angelegten Platten; die Zahl der Colonieen ist nicht angegeben; in 2 Fällen war das Plattenresultat negativ. Die Injectionsversuche per os führten Seitz zu der Ueberzeugung, dass bei diesen die pathogene Wirkung vom Darme aus erfolge, „denn die sehr spärlichen Culturbefunde aus den Organen im Zusammenhalt mit dem absolut negativen Resultat aus den zahllosen Schnitten können dahin erklärt werden, dass es sich hier um Fälle handelte, in denen eine allenfalls bei der Infectionsmanipulation zugefügte kleine Verletzung, welche Zufälligkeit mit Sicherheit nicht ausgeschlossen werden kann, ein Eindringen von Bacillen in die Blutbahn ermöglichte."

Ein wirklicher Aufschluss darüber, ob bei den Versuchsthieren eine Vermehrung der injicirten Bacillen stattfindet, konnte nur durch Zählung der injicirten Bacillen einerseits und der aus den Organen erhaltenen Colonieen andererseits gewonnen werden. In den im hiesigen Institut ausgeführten Versuchen von Wyssokowitsch finden wir schon gewisse Anhaltspunkte zur Entscheidung dieser Frage. Wyssokowitsch hatte für verschiedene saprophytische und pathogene, in den Versuchsthieren vermehrungsfähige und nicht vermehrungsfähige Bacterien die ungefähre Menge bestimmt, in welcher sie sich einige Zeit nach der intravenösen Injection im Herzblut, in der Milz, Leber und im Knochenmark wiederfinden lassen. Die vermehrungsfähigen Bacterien zeigten dabei einen sehr bedeutenden und im Allgemeinen mit der Zeitdauer steigenden Gehalt des Blutes und der Organe an Bacterien; die nicht vermehrungsfähigen ergaben bei der Entnahme ungefähr gleich grosser Proben im Ganzen viel geringere Zahlen, ferner eine Abnahme derselben mit der Zeitdauer seit der Injection, sowie ein baldiges dauerndes Verschwinden aus der Blutbahn.

Mit Typhusbacillen hat Wyssokowitsch nur wenige Versuche angestellt. Dieselben verschwanden bei grösseren Dosen innerhalb 18 Stunden völlig aus dem Blut; bei kleinerer Injectionsmenge innerhalb 24 Stunden auch aus Leber und Milz; während 18 Stunden nach reichlicher Injection in einer Platinöse Milz 342, Leber 12, Knochenmark 200 Bacillen gefunden wurden. Es sei bemerkt, dass in jenen Versuchen — sei es in Folge der zu geringen Injectionsmengen, oder des Alters der Culturen, oder der zufälligen Immunität der Versuchsthiere — von der toxischen Wirkung der Typhusculturen nichts hervortrat, und dass wir

diese erst nach Abschluss jener Versuche bei der gelegentlichen Anwendung sehr grosser Dosen kennen lernten.

Die von Wyssokowitsch erhaltenen Zahlen sprechen allerdings gegen eine Vermehrung der Typhusbacillen in den Versuchsthieren, sind aber offenbar nicht ausreichend, um die vorliegende Frage zu entscheiden. Ich habe es daher unternommen, bei einigen der im ersten Abschnitt beschriebenen Versuche die Zahl der im Blut und in den Organen gefundenen Typhusbacillen nach der gleichen Methode wie Wyssokowitsch genauer zu bestimmen. Zur Prüfung des Blutes verwendete ich eine, zuweilen 3 bis 5 Platindrahtösen von $^1/_{30}$ bis $^1/_{20}$ ccm Capacität; zur Untersuchung der Organe dienten etwa erbsen- bis bohnengrosse Stücke aus dem Parenchym. Die aus den unvermeidlichen Ungleichmässigkeiten der Proben resultirenden Fehler wurden dadurch möglichst beseitigt, dass stets mehrere controlirende Versuche angestellt wurden, aus denen die im Folgenden mitgetheilten Zahlen das Mittel darstellen. Ausserdem waren sehr bedeutende Zahlendifferenzen zu erwarten, denen gegenüber ein Fehler in der Probenahme von 100 $^0/_0$ und mehr ganz in Wegfall kam; fand wirklich eine ausgiebige Vermehrung der Typhusbacillen im Körper der Versuchsthiere statt, so musste die Zahl der Colonieen entsprechend der seit der Injection verflossenen Zeit sehr bedeutend zunehmen; ferner mussten sie in den hervorragend durch die Injection veränderten Organen, namentlich in der Milz, in weit höherem Grade sich vermehrt haben, als in den übrigen weniger betheiligten Organen (Leber, Knochenmark); endlich war zu erwarten, dass auch das Blut noch in späteren Stadien und entsprechend der Zunahme der Bacillen, einen gewissen Gehalt an Bacillen zeigen würde. Die Colonieenzahlen, die bei einer solchen Vermehrung einerseits, andererseits bei einer blossen Conservirung und allmählichen Abnahme der Bacillen gewonnen wurden, mussten so verschieden ausfallen, dass dem gegenüber die möglichen Versuchsfehler gewiss nicht in Betracht kommen konnten.

Die erhaltenen Zahlen sind folgende:

Zahl der in einer Platinöse von venösem Blut enthaltenen Typhusbacillen (Versuchsthiere: Kaninchen).

Versuchs-Nummer.	Injicirte Menge.	Zeit nach der Injection.	Zahl der Colonieen.
1	1 Kartoffelcultur	6 Minuten	13
3	$1^1/_2$ „	6 „	25
21	$^3/_5$ Gelatinecultur	10 „	16
17	$^1/_2$ Kartoffelcultur	5 Stunden	0
26	$^1/_{10}$ Gelatinecultur	5 „	0
43	$^1/_{20}$ „	5 „	0

Versuchs-Nummer.	Injicirte Menge.	Zeit nach der Injection.	Zahl der Colonieen.
21	$^{3}/_{5}$ Gelatinecultur	6 Stunden	0
15	$^{1}/_{10}$ Agarcultur	12 „	0
35	$^{3}/_{20}$ Gelatinecultur	14 „	0
24	$^{1}/_{10}$ Kartoffelcultur	15 „	0
25	$^{1}/_{10}$ „	15 „	0
7	$^{3}/_{4}$ „	15 „	{0 1
6	$^{3}/_{4}$ „	16 „	0
3	$1^{1}/_{2}$ „	18 „	0
26	$^{1}/_{10}$ Gelatinecultur	24 „	0
27	$^{1}/_{10}$ „	24 „	0
36	$^{3}/_{20}$ „	24 „	0
26	$^{1}/_{10}$ „	40 „	0
37	$^{3}/_{20}$ „	63 „	0
33	$^{1}/_{10}$ „	72 „	0
7	Innerhalb 5 Tagen 3mal wiederholte Injection von je $^{3}/_{4}$ Kartoffelcultur.	68 „	{1 2

Zahl der aus den Organen der Versuchsthiere (Kaninchen) gewachsenen Colonieen.

Versuchs-Nummer.	Injicirte Menge.	Zeitdauer zwischen Injection und Tod des Thieres, bez. Section.	Zahl der Colonieen von Typhusbacillen.
17	$^{1}/_{2}$ Kartoffelcultur.	Gestorben nach 5 Stunden.	Leber = 280 Milz = 215.
15	$^{1}/_{10}$ Agarcultur.	Gestorben nach 12 Stunden.	Milz, Leber, Knochenmark = 0.
35	$^{3}/_{20}$ Gelatinecultur.	Gestorben nach ca. 14 Stunden, (über Nacht, Section mehrere Stunden post mortem).	Milz = 380 Leber = 105 Knochenmark = unzählig.
36	$^{3}/_{20}$ „	Getödtet nach 24 Stunden.	Milz = 0 Leber = 0 Knochenmark = 2, bez. 9.
26	$^{1}/_{10}$ „	Gestorben nach ca. 40 Stunden (über Nacht; Section mehrere Stunden post mortem).	Milz = 10 Leber = 78 Leber, verfärbte Stelle des Parenchyms = 608 Knochenmark = 37 Knochenmark, verfärbte Stelle = 475.
37	$^{3}/_{20}$ „	Getödtet nach 63 Stunden.	Milz = 0 Leber = 0 Knochenmark (graugelb verfärbt) = unzählig.

Versuchs-Nummer.	Injicirte Menge.	Zeitdauer zwischen Injection und Tod des Thieres, bez. Section.	Zahl der Colonieen von Typhusbacillen.
33	1/10 Gelatinecultur	Getödtet nach 72 Stunden.	Milz = 0 Milz, grössere Probe = 11 Leber = 0 Leber, grössere Probe = 1 Knochenmark = 3 Knochenmark, grössere Probe = 38.
7	3 mal wiederholte Injection von je 3/4 Kartoffelcultur.	Getödtet nach 68 Stunden.	Milz = 160 Leber = 11.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die injicirten Typhusbacillen rasch und vollständig aus der Blutbahn verschwinden; dass sie in späteren Perioden nicht wieder im Blut auftreten, selbst wenn bei den Versuchsthieren die typischen Krankheitssymptome und die pathologisch-anatomischen Veränderungen stark ausgeprägt sind; und dass nur nach mehrfach wiederholten Injectionen grosser Mengen von Bacillen vereinzelte Individuen zu einer späteren Zeit (nach 68 Stunden) im Blut gefunden werden. ähnlich wie dies Wyssokowitsch bei anderen nicht infectiös wirkenden Bacterien baobachtet hatte.

Ferner nimmt — vorausgesetzt, das die Section kurz nach dem Tode gemacht wurde — der Gehalt der parenchymatösen Organe an Bacillen bedeutend ab, je längere Zeit seit der Injection verflossen ist. Nur in dem Versuch mit wiederholten Einspritzungen findet sich nach 68 Stunden noch eine etwas erheblichere Menge Bacillen, aber auch immerhin weniger als kurze Zeit nach geringeren Injectionen. Ausserdem sind etwas höhere Werthe in den Versuchen 26 und 35 erhalten, wo die Section längere Zeit nach dem Tode ausgeführt wurde und wo offenbar starke postmortale Vermehrung stattgefunden hatte.

Eine vorzugsweise Häufung der Bacillen in der Milz liess sich ebenfalls nicht erweisen. Vielmehr zeigt das Knochenmark entschieden die grössten Mengen, während Leber und Milz abwechselnd die demnächst stärkste Beladung hervortreten lassen.

Mithin findet eine ausgiebigere Vermehrung der Typhusbacillen im Körper der Versuchsthiere entschieden nicht statt. Trotzdem muss aber die Möglichkeit zugegeben werden, dass vielleicht unter besonderen begünstigenden Umständen, durch eine gewisse Schwächung des Körpers, eine Vermehrung der Typhusbacillen im Organismus der Versuchsthiere zu erreichen ist. Bei einigen dahin zielenden Versuchen liess ich mich

von den Ergebnissen leiten, welche Wyssokowitsch im Verlauf einer noch nicht publicirten Versuchsreihe erhalten hat, und aus denen im Wesentlichen hervorgeht, dass unter dem Einfluss gewisser von verschiedenen Bacterien producirter Ptomaïne eine solche Herabsetzung der Zellenergie des Körpers hergestellt werden kann, dass nunmehr Bacterien, die bis dahin selbst in grossen Dosen nicht infectiös waren, es zu einer lebhaften Vermehrung im Körper der Versuchsthiere bringen.

Am wirksamsten hatte sich Wyssokowitsch eine sterilisirte wässrige Aufschwemmung von Cultur des Bac. Neapolitanus gezeigt, und eine solche habe ich daher zu den folgenden Versuchen benutzt:

Versuch 14. Kleines Kaninchen. Injection von $^1/_2$ ccm sterilisirter Aufschwemmung Bac. Neapol. in eine Ohrvene; 6 Minuten später intravenöse Injection von $^1/_{10}$ Agarcultur von Typhusbacillen (7 Tage bei 35°). Nach einigen Stunden ist das Thier matt, frisst nicht; stirbt über Nacht ca. 12 Stunden nach der Injection. Section: Ecchymosen in der Dünndarmschleimhaut; Milz und Mesenterialdrüsen vergrössert. Plattenculturen aus Herzblut, Milz, Leber, Knochenmark ergeben sämmtlich keine einzige Typhuscolonie.

Versuch 16. Mittelgrosses Kaninchen. Injectionen wie im vorigen Versuch. Tod nach ca. 12 Stunden. Sectionsbefund und Plattenculturen wie oben.

Versuch 39. Kaninchen von 1850 grm. Injection von 0·4 ccm sterilisirter Aufschwemmung von Bac. Neapol. Einige Stunden später ist das Thier krank, hat Durchfall; Temperatur 39·0°. Am folgenden Tage besser, Temperatur 38·6°; 24 Stunden nach der ersten Injection $^1/_{10}$ Gelatinecultur von Typhusbacillen in Ohrvene eingespritzt. Tags darauf sehr krank, liegt auf der Seite, hat Durchfall, Temperatur 37·5°. Am dritten Tag 37·1°. Stirbt in der Nacht des dritten Tages, ca. 60 Stunden nach der letzten Injection. Section etwa 12 Stunden post mortem, Leiche gefault. In den Platten aus Organen nur zahlreiche Fäulnissbacterien, keine Typhuscolonieen.

Versuch 42. Kaninchen von 1800 grm. 0·3 ccm sterilisirte Aufschwemmung von Bac. Neap. injicirt; einige Stunden danach leichte Krankheitssymptome. Nach 24 Stunden Injection von $^1/_{20}$ Gelatinecultur von Typhusbacillen. Etwas stärkere Krankheitserscheinungen; wiegt nach drei Tagen 1500 grm; erholt sich dann (Gewicht am 12. Tag 1755 grm). — Plattenculturen aus venösem Blut fünf Stunden nach der letzten Injection ergeben keine Colonieen.

Ausser den angeführten Versuchen hatte ich zu verschiedenen Malen missglückte Experimente zu verzeichnen, in welchen die Dosis der Aufschwemmungen des Bac. Neap. zu hoch oder zu niedrig gegriffen wurde. Da die Versuchsthiere gegenüber diesen ebensowohl wie gegenüber den Typhusinjectionen sehr verschiedene individuelle Empfänglichkeit zeigten, war es offenbar schwierig, zu einer beweiskräftigen Versuchsreihe zu gelangen; und ich habe von einer Fortsetzung derselben um so eher Abstand genommen, als die vorläufig ausgeführten Experimente keinerlei Hinweise enthalten, aus denen die erwartete, eine Ansiedelung und Ver-

mehrung der Typhusbacillen begünstigende Wirkung der Versuchsanordnung wahrscheinlich geworden wäre.

Nur eine Modification habe ich noch in einer Reihe von Fällen angewendet, von welcher ich glaubte, dass sie vielleicht die Vermehrung der Bacillen begünstigen könnte. Da die Wirkung der toxischen Produkte der Typhusbacillen derjenigen der Ptomaïne des Bac. Neapolitanus im Ganzen ähnlich ist, so konnte man sich vorstellen, dass vielleicht eine Vorbereitung des Thierkörpers durch grössere Mengen des Typhusgiftes selbst einer Vermehrung der nachträglich injicirten Bacillen Vorschub leisten würde. Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich in den Versuchen 24, 26, 27, 33, 43, 47 die Injection sterilisirter und nicht sterilisirter Typhusculturen combinirt; aber wie aus den oben (S. 483) mitgetheilten Resultaten der Plattenculturen hervorgeht, gleichfalls ohne jemals eine ausgesprochene Vermehrung der Bacillen zu erzielen.

Im Uebrigen sei noch hervorgehoben, dass vielfach auch in den Fällen Plattenculturen mit Proben der parenchymatösen Organe ausgeführt wurden, wo nur sterilisirte Typhusculturen injicirt waren und schwere Krankheit bez. den Tod der Versuchsthiere hervorgerufen hatten. Hier war das Resultat der Culturen stets ein absolut negatives. — Auch Proben des Darminhaltes wurden zu Plattenculturen verwendet in allen Versuchen, bei welchen überhaupt Platten angelegt wurden. Nicht selten kam es dabei zur Entwickelung von Colonieen, die grosse Aehnlichkeit mit Typhyscolonieen hatten. Regelmässig zeigte aber die Kartoffelcultur, dass keine wirklichen Typhusbacillen, sondern nur ähnlich wachsende und oft auch mikroskopisch sehr ähnliche Bacillenarten vorlagen. Die alleinige Verlässlichkeit und die Unentbehrlichkeit der Kartoffelcultur zur diagnostischen Feststellung der Typhusbacillen ging aus diesen Versuchen wiederum mit Evidenz hervor.

Da somit eine erheblichere Vermehrung der Typhusbacillen im Körper der Versuchsthiere entschieden nicht stattfindet, so ist die durch die Injection der Culturen verursachte Erkrankung derselben überhaupt nicht als Infection anzusprechen. Diese Erkrankung ist vielmehr lediglich als Intoxication aufzufassen, bedingt durch die in der injicirten Culturmenge enthaltene Dosis Ptomaïn. Mit einer solchen Auffassung stehen die heftigen Wirkungen der sterilisirten Culturen, ferner der rasche Eintritt und der kurze Verlauf der Krankheit, sowie die völlige Wirkungslosigkeit kleinerer, aber immerhin noch beträchtlicher Culturmengen in bestem Einklang.

Gleichwohl möchte ich es durchaus nicht für unmöglich halten, dass noch ein Infectionsmodus gefunden wird, mit Hülfe dessen eine Vermehrung der Typhusbacillen im Thierkörper und das Hervorrufen charakteristischer Krankheitssymptome durch die vermehrten Bacillen gelingt. Vielleicht bietet ein fortgesetztes Einbringen der Typhusbacillen per os nach einer gewissen Vorbereitung des Darmes durch Ptomaïne Aussicht auf einen solchen Erfolg; vielleicht auch verspricht ein anderer Weg bessere Resultate, den A. Fränkel,[1] wenn auch zunächst ohne beweiskräftige Resultate zu erzielen, betreten hat, und der in der directen Injection der Typhusbacillen in das unter Eröffnung der Bauchhöhle frei gelegte Duodenum besteht. Die von Fränkel in solcher Weise behandelten Meerschweinchen können deshalb nicht als sicher mit Typhus inficirt angesehen werden, weil auch bei ihnen der Nachweis einer stattgehabten Vermehrung der injicirten Bacillen fehlte und weil relativ grosse Dosen Cultur zur Injection verwendet wurden. Ausserdem starben die Thiere zwischen dem dritten und siebenten Tage nach der Operation; in dem einzigen ausführlicher mitgetheilten Protokoll findet sich der Tod des Thieres sogar am achten Tage verzeichnet, nachdem dasselbe noch am dritten Tage völlig munter gewesen war. Bei einem derartigen Verlauf, der so wesentlich von den zahlreichen Uebertragungsversuchen von E. Fränkel und Simmonds sowie von Seitz abweicht, kann der Verdacht nicht von der Hand gewiesen werden, dass der Tod der Thiere auf eine nachträgliche, von der Operationswunde aus erfolgte Invasion anderer Bacterien zurückzuführen ist. Der mikroskopische Nachweis von Bacillen in Darm und Milz kann diesen Verdacht so wenig beseitigen, wie die Auffindung von Bacillen durch Objectträgerculturen; denn zu einer sicheren Erkennung jener Bacillen als Typhusbacillen war die Prüfung mittelst Kartoffelculturen unerlässlich.

Uebrigens würde, auch wenn die weitere Fortsetzung solcher Infectionsversuche zu unzweideutigen Erfolgen führen sollte, dies Resultat nicht besonders hoch anzuschlagen sein. Der Uebertragungsmodus wird schliesslich ein so gewaltsamer und ist von der natürlichen Infection so völlig verschieden, dass positive Erfolge für den Beweis der ätiologischen Bedeutung der Typhusbacillen beim Abdominaltyphus des Menschen kaum zu verwerthen sein dürften. Dieser Beweis ist aus der Constanz und Ausschliesslichkeit des Vorkommens der Bacillen denn doch mit weit grösserer Schärfe zu erbringen. Im Uebrigen aber bieten die Krankheitserscheinungen und Organveränderungen, die bei jenen maltraitirten Thieren eventuell zu Stande kommen, meines Erachtens kaum Anhaltspunkte für irgendwelche Rückschlüsse auf die beim Menschen ablaufende Krankheit.

---

[1] *Centralblatt für klinische Medicin.* 1886. Nr. 18.

Dagegen möchte ich den in vorstehenden Versuchen erbrachten Nachweis der eminent toxischen Wirkung der Typhusbacillen und der eigenthümlichen Folgen der Intoxication mit Typhusgift als nicht unwichtig für unsere Studien über den menschlichen Abdominaltyphus hervorheben. Eine Reihe von klinischen Symptomen und pathologischen Veränderungen der menschlichen Organe wird vermuthlich auf den Effect dieses Giftes zurückzuführen sein, das von den im Laufe der Krankheit sich stetig vermehrenden Bacterien producirt wird. Jedem Kliniker sind solche schwere Fälle von Adominaltyphus bekannt, welche schon nach kurzer Dauer unter schweren Depressionserscheinungen und grosser Mattigkeit lethal enden, und welche bei der Section im wesentlichen nur eine besonders grosse Ausdehnung der frischen typhösen Darmveränderungen erkennen lassen. Ich selbst habe ein derartiges Beispiel vor zwei Jahren in der Klinik des Hrn. Prof. Botkin zu St. Petersburg erlebt; ein junger kräftiger, vorher ganz gesunder Mann starb unter den angedeuteten Symptomen, die durchaus an eine schwere Intoxication erinnerten, am 8. Krankheitstage; bei der Section fanden sich frische typhöse Veränderungen der Peyer'schen Plaques und der solitären Drüsen in grossem Umfange bis 180 ^{cm} oberhalb der valv. Bauh.[1] Es ist zwar jetzt noch kaum statthaft ohne weiteres diese Fälle als Intoxication durch abnorm grosse Mengen plötzlich producirten Typhusgiftes aufzufassen; aber es muss offenbar nunmehr von Bedeutung sein, den Antheil dieser Giftwirkung an dem ganzen Krankheitsbilde des Abdominaltyphus näher zu präcisiren, andererseits aber festzustellen, welche Symptome und Veränderungen theils durch die Etablirung der Bacillen selbst, theils durch secundäre Invasionen anderer Bacterien bedingt werden, für welche ja die bestehenden Läsionen der Darmschleimhaut besonders reichliche Gelegenheit bieten.

---

[1] Botkin, *Klinische Studien.* St. Petersburg 1885 (russisch).

Bacteriologische Studien über die ätiologische Bedeutung der Typhusbacillen.

Von

Dr. Beumer,
Privatdocenten für Hygiene in Greifswald,
und
Dr. Peiper,
Privatdocenten für innere Medicin in Greifswald.

Erste Abhandlung.

Seit der Entdeckung der Typhusbacillen durch Eberth[1] und Koch[2] und deren Reingewinnung durch Gaffky[3] ist die Frage: „ob der Typhus abdominalis des Menschen sich mit Erfolg auf Thiere übertragen lasse" von Neuem Gegenstand der Untersuchung geworden. Alle Versuche, die vor dieser Zeit durch Fütterung von Typhusstühlen von Murchison, Klein, Bahrdt oder auch durch Impfungen mit Blut von Typhuskranken von Motschutkoffski und Walder[4] bei den verschiedensten Versuchsthieren angestellt sind, haben sämmtlich mit einem negativen Resultate abgeschlossen. Eine einzige Ausnahme bilden die Untersuchungen von Birch-Hirschfeld.[5] Auch diesem Forscher gelang es zunächst nicht durch subcutane Injectionen von Blut oder Stuhlentleerungen von Typhuskranken irgend welche ausschlaggebenden Resultate zu erzielen, wohl aber bewirkten grosse Mengen von Stuhlentleerungen, die an Kaninchen verfüttert wurden, Krankheitserscheinungen, welche in mässigem Fieber,

---

[1] Eberth, Virchow's *Archiv.* Bd. LXXXI und LXXXIII.

[2] R. Koch, *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt.* Berlin 1881. Bd. I.

[3] Gaffky, Zur Aetiologie des Abdominaltyphus. *Mittheilungen us dem kaiserlichen Gesundheitsamt.* Berlin 1884. Bd. II.

[4] Siehe hierüber vorstehende Arbeit von Gaffky.

[5] *Allgemeine Zeitschrift für Epidemiologie.* Heft 1.

Abmagerung und mehrere Male auch in Durchfällen bestanden. Bei den Sectionen dieser Thiere erwiesen sich die Milz und die Darmfollikel vergrössert und in zwei Fällen war eine beginnende Ulceration eines Peyer'-schen Haufens vorhanden. Ein ähnlicher Befund, ein über linsengrosses gereinigtes Geschwür an dem Peyer'schen Haufen der Ileo-coecalklappe wurde bei einem Kaninchen constatirt, welches nach fünfwöchentlicher Krankheit einging und dem ein aus der Leiche entnommener Schorf eines Typhusgeschwürs mit dem Futter beigebracht war. Die Controlthiere, welche grosse Mengen diarrhoeischer Ausleerungen von anderen, nicht typhösen Kranken erhalten hatten, zeigten bei der Section keine Ulceration, sondern nur eine geringe Schwellung der drüsigen Apparate des Darms.

Die Folgerungen, die Birch-Hirschfeld diesen seinen Ergebnissen entnahm, waren äusserst vorsichtig gehalten; jedenfalls aber konnte in ihnen eine Ermunterung zu weiteren Arbeiten in dieser Richtung gefunden werden.

Auch die Untersuchungen, welche Klebs[1] und sein Schüler Chomjakoff mit Klebs'schen Typhusculturen entweder subcutan oder intraperitoneal injicirt oder auch dem Futter beigemengt, angestellt hatten, vermochten in keiner Weise Klarheit zu bringen.

Der erste, welcher mit Typhusreinculturen Uebertragungsversuche unternahm, war Gaffky. Von ihm sind die verschiedensten Thiergattungen benutzt worden. Es war bei den fast constanten Misserfolgen der früheren Arbeiten, bei der Unwahrscheinlichkeit des Vorkommens des Abdominaltyphus im Thierreich naheliegend zunächst Affen zu den Versuchen zu verwenden. An fünf Javaaffen wurden daher täglich sporenhaltige Culturen verfüttert, ohne dass jedoch irgend ein Erfolg erzielt wurde. Die Thiere starben später an allgemeiner Tuberculose. Die Section wies keinerlei Veränderung auf, die Anhaltspunkte für einen etwa überstandenen Typhus gegeben hätten. — Ebenso erfolglos war die Injection einer weisslich trüben Aufschwemmung von Typhusbacillen in die Ven. brachialis eines Affen, trotzdem eine volle Pravaz'sche Spritze in die Blutbahn injicirt wurde. Desgleichen reactionslos verlief die Verimpfung einer Cultur in der Gegend des Sternums. Bei weiteren Thierversuchen wurden benutzt 16 Kaninchen, 13 Meerschweinchen, 7 weisse Ratten, 11 weisse und graue Hausmäuse, 4 Feldmäuse, 2 Tauben, 1 Huhn, 1 Kalb. Bei allen fand die Uebertragung entweder direct in die Blutbahn oder Bauchhöhle statt oder die Culturen wurden dem Futter beigemengt. Bei einigen Kaninchen wurden die Culturen auch auf die Cornea oder in die vordere Augenkammer verimpft.

---

[1] *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie.* Bd. XIII.

Diese umfangreichen Untersuchungen haben ergeben, dass fast sämmtliche Thiere den Eingriff ohne Nachtheil überstanden. In keinem der wenigen Fälle, die nach der Infection verendeten, wurden Typhusbacillen gefunden, ebensowenig auch Veränderungen, welche als Typhus oder typhusartige Organerkrankungen hätten gedeutet werden können.

Im Gegensatz zu diesen völlig resultatlosen Arbeiten stehen die Untersuchungen, die neuerdings von E. Fränkel und Simmonds[1] im allgemeinen Krankenhause zu Hamburg unternommen worden sind. Diese Forscher bedienten sich als Versuchsthiere der Meerschweinchen, der Hausmäuse und Kaninchen. Das Infectionsmaterial, eine wässerige Aufschwemmung von Typhusbacillen, wurde in zweierlei Weise den Thieren einverleibt, entweder direct in die Blutbahn oder in die Bauchhöhle. Während die Versuche mit den Meerschweinchen unter sechs Injectionen nur einmal ein positives Resultat ergaben — frische Schwellung und braunrothe Färbung der Milz, Schwellung der mesenterialen Drüsen und der Peyer'schen Haufen, spärliche Typhusbacillen im Streifpräparat der Milz — waren die Injectionen an Mäusen und Kaninchen von einem derartigen Erfolge, dass E. Fränkel und Simmonds stets ein typisches Krankheitsbild — Milztumor, Anschwellung der mesenterialen Drüsen, ausgesprochene markige Schwellung der Peyer'schen Haufen, parenchymatöse Schwellung der Niere und Leber — hervorgerufen zu haben, sowie hiernach den Typhusbacillus als einen auch für die verwandten Versuchsthiere pathogenen bezeichnen zu müssen glauben.

Zu ähnlichen Resultaten führten die Untersuchungen A. Fränkel's.[2] Dieselben müssen von besonderem Interesse erscheinen, da A. Fränkel seine Uebertragungsversuche an Meerschweinchen nach dem Vorgange von Nicati und Rietsch unternommen hat. Sowie diese letzteren Cholera-Darminhalt und Culturen der Kommabacillen in das Duodenum von Hunden und Meerschweinchen mit und ohne vorherige Unterbindung des Gallengangs mit Erfolg injicirten, so hat auch A. Fränkel bei Befolgung desselben Weges mit Typhusbacillen bei 14 Meerschweinchen sieben Mal ein positives Resultat erzielt. Die Thiere verendeten zwischen dem 3. bis 7. Tage nach Vornahme der Injection. Die Injectionsergebnisse bestanden in deutlicher Schwellung der Milz, dem Nachweis der Typhusbacillen in derselben durch Deckglastrockenpräparate, der Vergrösserung der Peyer'schen Plaques in Dünn- wie Dickdarm und in einem Falle einer kreisrunden, $^1/_2$ cm im Durchmesser haltenden, frischen Ulceration. Der Darm-

[1] *Die ätiologische Bedeutung des Typhusbacillus.* Hamburg und Leipzig 1886.

[2] A. Fränkel, Zur Lehre von den pathogenen Eigenschaften des Typhusbacillus. *Centralblatt für klinische Medicin.* 1886. Nr. 10.

inhalt auffallend flüssig. Die mesenterialen Drüsen geschwollen, von grauröthlich markiger Beschaffenheit, zum Theil von Hämorrhagien durchsetzt. Leber hellgelb, an einzelnen Stellen die bekannten coagulationsnekrotischen Herdchen zeigend. Im Blute keine Bacillen. Bei Untersuchung des gehärteten Darmes sowohl in den Peyer'schen Plaques wie in den benachbarten Theilen der Submucosa zahllose mit Vacuolen versehene Stäbchen.

Auch Michael[1] hat die von ihm im Wasser aufgefundenen Typhusbacillen zwei weissen Mäusen in die Bauchhöhle injicirt und glaubt nach dem Obductionsbefunde die Resultate von E. Fränkel und Simmonds bestätigen zu können. v. Fodor,[2] der sich ebenfalls mit der Injection von Typhusbacillen in das Blut beschäftigt hat, glaubt, annehmen zu müssen, dass der Bacillus typhosus in kurzer Zeit aus dem Blute verschwinde, dass ferner Kaninchen in einzelnen Fällen inficirt werden und in denselben eine solche Krankheit — Durchfall, heftige Irritation des Dünndarmes, brandige Entzündung der Peyer'schen Drüsen, Milzschwellung — erzeugt wird, welche dem Typhus des Menschen gleicht und mit demselben wahrscheinlich identisch ist.

Soweit Flügge, auf dessen resumirendes Urtheil wir ein besonderes Gewicht legen, die bis dahin erschienenen Arbeiten in seinem Lehrbuche[3] zu berücksichtigen vermochte, ist er zu folgender Anschauung gelangt:

Uebertragungsversuche auf Thiere sind bis jetzt sowohl mit Typhusdejectionen, wie mit rein gezüchteten Bacillen, durchaus vergeblich gewesen. Diejenigen wenigen Versuche, in welchen angeblich eine typhöse Erkrankung als Folge der Impfung oder Fütterung aufgetreten sein soll, sind offenbar mit unreinem, andere wirksame Bacterien enthaltendem Material ausgeführt. Es ist bekannt, dass eine Gruppe ziemlich verbreiteter Organismen, die aber von den Typhusbacillen durchaus verschieden sind, die gemeinsame Eigenschaft haben, bei intravenöser oder auch bei subcutaner Einverleibung Thiere unter den Erscheinungen einer Gastroenteritis, oft mit starker Schwellung und Ulceration der Peyer'schen Plaques zu tödten. Derartigen Organismen sind vermuthlich die scheinbaren positiven Erfolge zuzuschreiben, welche einzelne Autoren mit der Uebertragung von Typhusbacillen erzielt haben wollen. Neuerdings sind von Gaffky (und ebenfalls im Göttinger Institut) zahlreiche Versuche gemacht, um mit rein cultivirten Typhusbacillen bei Thieren eine entsprechende Krank-

---

[1] Iwan Michael, Typhusbacillen im Trinkwasser. *Fortschritte der Medicin.* 1886. Nr. 11.

[2] v. Fodor, Neuere Versuche mit Injection von Bacterien in die Venen. *Deutsche Medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 36.

[3] C. Flügge, *Die Mikroorganismen mit besonderer Berücksichtigung der Aetiologie der Infectionskrankheiten.* Leipzig 1886. 2. Aufl.

heit hervorzurufen. Die verschiedensten Versuchsthiere sind in mannigfacher Weise inficirt worden, aber bisher ohne irgend ein positives Resultat.

Auf die ausführliche Arbeit von Seitz[1] kommen wir an anderer Stelle zurück. Seitz hält es nach seinen Thierversuchen für möglich, dass die Typhusbacillen vom Darm aus deletäre (toxische) Wirkungen für den Organismus ausüben können, ohne in die Blutbahn zu gelangen.

Bei solcher Sachlage, bei solch' verschiedenen Resultaten erschien es uns wünschenswerth, dass diese Untersuchungen von Neuem in eingehender Weise in Angriff genommen und einer Prüfung unterzogen würden. mit der Ausführung dieses Gedankens begannen wir im Sommersemester 1886 vorzugsweise aber während der folgenden Ferienmonate.

Die als Ausgangspunkt unseres Materials dienenden Typhusculturen entstammten theilweise dem hygienischen Institut in Berlin, theilweise verdankten wir dieselben der Liebenswürdigkeit E. Fränkel's. Im Beginn unserer Untersuchungen hielten wir das Berliner und Hamburger Material von einander getrennt. Als aber sämmtliche Culturen in ihrem Verhalten auf den verschiedensten Nährböden stets ein gleiches, für Typhusbacillen charakteristisches Aussehen boten, als dieselben stets sich gleichbleibende Resultate bei den Versuchsthieren hervorriefen, sich in all' und jeder Beziehung als identische bewiesen, haben wir diese Trennung der Bezugsquelle nicht weiter festgehalten, und es ist daher auch im Nachstehenden auf den verschiedenen Ursprung der Typhusbacillen keine weitere Rücksicht genommen.

Von diesen Gelatinestichculturen wurde auf Kartoffeln überimpft, die in bekannter Weise bereitet wurden. Theils hatten dieselben nach den Angaben Gaffky's in einer 5 p. m. Sublimatlösung während einer halben Stunde gelegen oder in einer 1 p. m. Lösung während mehrerer Stunden. Die Aufbewahrung geschah nach der üblichen Behandlung im Dampfsterilisationsapparat bei Zimmertemperatur von 15 bis 25° C., nur bei einzelnen Versuchsreihen gelangten auch solche Kartoffelculturen zur Verwendung, die im Brütofen bei 36 bis 40° C. verweilt hatten. Da aber auch in dieser Beziehung irgend eine Differenz in der Wirkungsweise der Bacillen nicht zu erkennen war, so ist ebenfalls von einer besonderen Bezeichnung des Materials, ob bei Zimmertemperatur, ob bei der des Brütofens gezüchtet, Abstand genommen. Durchschnittlich nach 2 bis 3 Tagen boten dann die besäten Flächen das für Typhusculturen charakteristische Aussehen; soweit das Wachsthum der Bacillen reichte, waren sie wie angefeuchtet, nach mehreren Tagen von leicht weissgelblicher Farbe und Deckglastrockenpräparate, desgleichen Culturen im hohlen Object-

---

[1] C. Seitz, *Bacteriologische Studien zur Typhus-Aetiologie.* München 1886.

träger von diesen Flächen boten die den Typhusbacillen entsprechenden Bilder. Die von Gaffky besonders hervorgehobene, die Typhuscultur kennzeichnende, zusammenhängende, resistente Haut auf den Kartoffelflächen haben wir nur bei sehr mehligen Kartoffeln oder auch bei solchen bemerkt, die im Brütofen bei 36 bis 40° Temperatur gestanden hatten. Von diesem Material, welches nach einigen Tagen stets von Neuem von Gelatinestichculturen auf frisch bereitete Kartoffelflächen übertragen wurde, oder auch hin und wieder direct von Stichculturen stellten wir eine wässerige Aufschwemmung von Typhusbacillen in folgender Concentration dar: In genau 1 ccm = 20 gtt destillirten, durch mehrfaches Kochen sterilisirten Wassers wird eine gut mittelgrosse Platinoese voll Typhusbacillen gegeben. Diese zu allen Versuchen benutzte Oese fasst den 17. Theil eines Tropfen Wassers. Nach Möglichkeit wurde stets das die seitlichen Flächen der Oese überragende Material mit einer sterilisirten Platinnadel abgestrichen, um doch stets, soweit erreichbar, gleiche Culturmengen zur Auflösung zu bringen. Durch Hin- und Herbewegen der Platinöse, durch Abstreifen der Reste mit der Platinnadel wird die Typhuscultur mit dem destillirten Wasser vermischt. Um aber die einzelnen Colonieenverbände nach Möglichkeit von einander zu trennen wird der Cubikcentimeter Wasser mit den Typhusbacillen mehrfach in eine genau desinficirte (Sublimat, Alkohol, sterilisirtes destillirtes Wasser) Pravaz'sche Spritze eingesogen und wieder ausgespritzt. Die Flüssigkeit hat nun eine milchige Trübung erfahren. Von dieser wässerigen Typhusbacillen-Aufschwemmung ist in den nachstehenden Versuchsreihen grauen Haus- oder auch Feldmäusen allerdings in stark wechselnden Mengen in die Bauchhöhle injicirt, nachdem die Bauchhaut der Thiere mit 1 p. m. Sublimatlösung abgewaschen war. Jeder Versuchsreihe ist die zur Injection verwandte Menge vorangesetzt. Eine Trennung der Haus- und Feldmäuse hat nur im Beginn der Untersuchungen stattgefunden. Als aber beiderlei Thiere sich in jeder Beziehung dem einverleibten Gifte gegenüber sich gleichmässig verhielten, ist diese Unterscheidung fortgefallen und je nach dem vorhandenen Material sind Feld- und Hausmäuse verwendet.

Die erste Versuchsreihe beginnt mit $^1/_{20}$ gtt. Von der vorstehenden Aufschwemmung wird 1 gtt. in 1 ccm steril. dest. Wassers gegeben, von dieser nach genügender Mischung nochmals 1 gtt. in wiederum 1 ccm Aq. In derselben Weise sind die späteren Concentrationsgrade 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w. gtt. dargestellt, indem von der ursprünglichen Aufschwemmung 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w. gtt. in 1 ccm Aq. gegeben sind. Die geringeren Concentrationen liessen, trotzdem schon viele Tausende von Keimen in der $^1/_{20}$ gtt. Auflösung vorhanden, keinerlei Trübung erkennen, während die stärkeren leichte milchige Trübungen hervorriefen.

I. Versuchsreihe: Injection von $^1/_{20}$ gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
1	grosse Feldmaus	8. 9. V.-M. 7 Uhr			Sämmtliche zehn Thiere zeigen keinerlei Krankheitssymptome und bleiben auch fernerhin völlig gesund.
2	„	„			
3	„	„			
4	kleine Feldmaus	7. 9. V.-M. 7 Uhr			
5	„	„			
6	mittelgross. Hausmaus	„			
7	„	„			
8	„	„			
9	kleine Hausmaus	„			
10	„	„			

II. Versuchsreihe: Injection von 1 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
11	kleine Hausmaus	26. 8. V.-M. 7 Uhr			Das Thier ist in d. nächsten 24 Stunden krank, erholt sich dann und bleibt gesund.
12	grosse Hausmaus	26. 8. N.-M. 4 Uhr			Wie Nr. 11.
13	„	„			„
14	kleine Hausmaus	26. 8. N.-M. 4 Uhr 27. 8. N.-M. 1 Uhr 27. 8. N.-M. 4 Uhr	Geringe Vergrösserung der Milz, sowie der mesent. Drüsen. Im Duod. u. Jej. schleimig-wässeriger Inhalt, Schleimhaut leicht geröthet.	In Milz und Nieren zahlr. Bacillen, weniger in der Leber. Stichcultur aus Milz mit Erfolg angelegt.	+
15	grosse Hausmaus	28. 8. N.-M. 4 Uhr			Wie Nr. 11.
16	mittelgr. Hausmaus	„			„
17	grosse Hausmaus	„			„
18	kleine Hausmaus	29. 8. N.-M. 4 Uhr			„

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemerkungen.
19	mittelgr. Hausmaus	29. 8. N.-M. 4 Uhr			Wie Nr. 11.
20	„	„			„

III. Versuchsreihe: Injection von 2 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemerkungen.
21	grosse Hausmaus	25. 8. N.-M. 4 Uhr In der Nacht vom 26. zum 27. 27. 8. V.-M. 7 Uhr	Erhebliche Vergrösserung der Milz, deutl. Vergrösserung der mesent. Drüsen. Im Duod. u. Jej. weniger im Ileum schleimig-wässeriger Inhalt. Schleimhaut leicht geröthet. Im Dickdarm fester Koth.	In Milz und Leber zahlr. Bacill. Stichcultur aus Milz mit Erfolg.	+
22	„	Wie Nr. 21.	Wie Nr. 21.	Wie Nr. 21	+
23	„	26. 8. N.-M. 4 Uhr			Ist 1 bis 2 Tage krank, erholt sich dann und bleibt gesund.
24	mittelgr. Hausmaus	29. 8. N.-M. 4 Uhr			Wie Nr. 23.
25	„	31. 8. N.-M. 4 Uhr In der folg. Nacht 1. 9. V.-M. 7 Uhr	Erheblicher Milztumor, deutliche Vergrösserung der mesent. Drüsen. Im Duod. und Jej. schleimig-wässeriger Inhalt,	In Milz und mes. Drüsen zahlr. Bacillen. Stichcultur aus Milz mit Erfolg.	+
26	„	31. 8. N.-M. 4 Uhr 1. 9. N.-M. 4 Uhr Sofort darauf.	Deutliche Vergrösserung der Milz und der mesent. Drüsen. Erhebliche Erscheinungen i. Dünndarm, erheblicher schleimig-wässerig. Erguss, bezirksweise starke Röthung der Schleimhaut.	Sehr zahlr. Bacill. in Milz u. mes. Drüsen, weniger in der Leber. Stichcultur aus Milz mit Erfolg.	+
27	„	31. 8. N.-M. 4 Uhr			Wie Nr. 23.
28	kleine Hausmaus	31. 8. N.-M. 4 Uhr 1. 9. V.-M. 7 Uhr Sofort darauf.	Sehr geringe Vergrösserung der Milz, ebenso der mesent. Drüsen. Im Duod. und Jej. schleimig-wässeriger Inhalt. Schleimhaut ödematös, wenig geröthet.	Wenig zahlr. Bacill. in Milz u. mes. Drüsen. Stichcult. mit Verunreinigung.	+
29	„	30. 8. N.-M. 5 Uhr 31. 8. V.-M. 7 Uhr Sofort darauf.	Mässiger Milztumor. Leichte Vergrösserung der mesent. Drüsen. Im Duod. und Jej. schleimig-wässeriger Inhalt.	Wenig zahlr. Bacill. in Milz, Leber, Nieren, Lungen. Stichcultur aus Milz mit Erfolg.	+
30	grosse Hausmaus	1. 9. N.-M. 5 Uhr			Wie Nr. 23.

IV. Versuchsreihe: Injection von 3 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
31	grosse Hausmaus	29. 8. N.-M. 3 Uhr			Ist 1 bis 2 Tage krank, erholt sich und bleibt gesund.
32	„	„			Wie Nr. 31.
33	kleine Hausmaus	29. 8. N.-M. 3 Uhr 30. 8. V.-M. 6 Uhr 30. 8. N.-M. 7 Uhr	Deutlicher Milztumor und Vergrösserung der mes. Drüsen. Im Duod. u. Jej. reichlich schleimig-wässeriger Inhalt. Schleimhaut geröthet. Zahleiche subpleurale Ecchymosen.	Sehr zahlr. Bacill. in Milz und Niere. Stichcultur aus der Milz mit Erfolg.	+
34	mittelgr. Hausmaus	29. 8. N.-M. 4 Uhr			Wie Nr. 31.
35	grosse Feldmaus	3. 9. V.-M. 7 Uhr 3. 9. N.-M. 5 Uhr Sofort darauf.	Milz nicht vergrössert, deutlich aber die mesent. Drüsen. Heftige Erscheinungen von Seiten des Darmcanals, wässeriger Inhalt bis zur Klappe. Erhebliche Blutfülle des Darms.	Zahlreiche Bacillen in Milz und mesent. Drüsen.	+
36	„	3. 9. V.-M. 7 Uhr 3. 9. N.-M. spät 4. 9. V.-M. 7 Uhr	Mässige Vergrösserung d. Milz u. d. mes. Drüsen. Starke Blutfülle u. starker wässer. Erguss im Duod. und Jej.	Wie Nr. 35.	+
37	„	3. 9. V.-M. 7 Uhr 3. 9. N.-M. spät 4. 9. V.-M. 7 Uhr	Sehr erhebl. Milztumor, deutliche Vergrösserung der mes. Drüsen. Starke Blutfülle u. starker wässeriger Erguss i. Duod. u. Jej.	Zahlreiche Bacill. in Milz und Leber.	+
38	kleine Hausmaus	4. 9. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 5. 9. V.-M. 7 Uhr	Deutliche Vergrösserung der Milz und mes. Drüsen. Geringe Erscheinungen von Seiten der dünnen Gedärme.	Sehr zahlr. Bacillen in Milz u. Niere.	+
39	„	4. 9. N.-M. 5 Uhr			Wie Nr. 31.
40	mittelgr. Hausmaus	„			„

V. Versuchsreihe: Injection von 4 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
41	mittelgrosse Hausmaus	30. 8. V.-M. 7 Uhr 30. 8. N.-M. 2 Uhr 30. 8. N.-M. 4 Uhr	Sehr erheblicher Milztumor, erhebliche Vergrösserung der mesent. Drüsen. Starker schleimig-wässeriger Erguss im ganzen Dünndarm bes. Duod. und Jej. Im Dickdarm fester Inhalt. Dünndärme stark mit Blut gefüllt.	Massenhaft Bacillen in Milz und mes. Drüsen. Stichcultur aus Milz mit Erfolg.	+

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen
42	mittelgrosse Hausmaus	30. 8. V.-M. 7 Uhr 30. 8. N.-M. 2 Uhr 30. 8. N.-M. 4 Uhr	Milz und mesent. Drüsen wie Nr. 41. Darmerscheinungen nicht so ausgegedehnt, nur auf Duod. und Jej. beschränkt.	Wie Nr. 41.	+
43	„	30. 8. V.-M. 7 Uhr 30. 8. N.-M. 2 Uhr 30. 8. N.-M. 4 Uhr	Wie Nr. 42.	Wie Nr. 42.	–
44	grosse Hausmaus	6. 7. V.-M. 7 Uhr			Während der nächsten zwei bis drei Tage krank, erholt sich und bleibt gesund.
45	kleine Hausmaus	„			Wie Nr. 44.
46	grosse Hausmaus	4. 7. V.-M. 7 Uhr			„
47	mittelgrosse Hausmaus	30. 6. V.-M. 7 Uhr 30. 6. N.-M. 6 Uhr Sofort darauf	Mässige Vergrösserung der Milz und der mesent. Drüsen. Schleimig-wässeriger Erguss in Duod. und Jej. Bezirksweise Röthung des Darmes. Subpleurale Ecchymosen.	Wenig zahlreiche Bacillen in Milz, Leber, Niere, Lungen. Stichcultur aus Milz mit Erfolg.	+
48	„	26. 6. V.-M. 7 Uhr 27. 6. V.-M. früh 27. 6. V.-M. 7 Uhr	Geringe Vergrösserung der Milz und mes. Drüsen. Schleimig-wässeriger Erguss nur im Duod. und Jej. Punktförm. Ecchymosen der duod. Schleimhaut.	Wenig zahlreiche Bacillen in Milz, Leber, Niere, Lungen. Stichcultur aus Milz mit Erfolg.	+
49	kleine Hausmaus	1. 9. N.-M. 5 Uhr 2. 9. V.-M. 11 Uhr 2. 9. N.-M. 5 Uhr	Erhebliche Vergrösserung der Milz und mesent. Drüsen. Sehr erhebliche Darmerscheinungen bis zum Dickdarm.	Mässige Zahl von Bacillen in Milz und mes. Drüsen.	+
50	„	1. 9. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 2. 9. V.-M. 7 Uhr	Erhebliche Vergrösserung der Milz und mesent. Drüsen. Darmerscheinungen geringer, wie im vorhergehenden Fall.	Massenhafte Bacillen in der Milz, mesent. Drüsen und Niere.	+

VI. Versuchsreihe: Injection von 5 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen
51	grosse Feldmaus	4. 9. N.-M. 6 Uhr 5. 9. V.-M. 10 Uhr 5. 9. V.-M. 12 Uhr	Sehr erhebliche Vergrösserung der Milz und mes. Drüsen. Dünndärme bis zur Klappe stark geröthet, im Dünn- wie Dickdarm dünner Inhalt.	Mässige Zahl von Bacillen in der Milz.	+

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemerkungen.
52	grosse Feldmaus	4. 9. N.-M. 6 Uhr 5. 9. N.-M. 2 Uhr 5. 9. N.-M. 4 Uhr	Milz und mesent. Drüsen wie Nr. 51. Darmerscheinungen geringer, wesentlich im Duod. und Jej. Hier aber starke Röthung und starker Erguss.	Zahlreiche Bacillen in der Milz.	+
53	„	4. 9. N.-M. 6 Uhr In der Nacht vom 5. zum 6. 6. 9. V.-M. 7 Uhr	Mässige Vergrösserung der Milz und mesent. Drüsen, wässeriger Erguss in Duod. und Jej.	Zahlreiche Bacillen in der Milz.	+
54	„	4. 9. N.-M. 6 Uhr In der Nacht vom 5. zum 6.	Section nicht möglich, da das Thier zur Hälfte von den übrigen Thieren verzehrt ist.		+
55	„	4. 9. N.-M. 6 Uhr In der Nacht vom 5. zum 6.	In der Nacht zur Hälfte von den übrigen Thieren verzehrt, daher Section unmöglich.		+
56	„	4. 9. N.-M. 6 Uhr 7. 9. V.-M. 10 Uhr 7. 9. N.-M. 4 Uhr	Sehr erhebliche Vergrösserung der Milz und mes. Drüsen, starker Erguss in Duod. und Jej.	Sehr wenig zahlr. Bacillen in Milz und mes. Drüsen.	+
57	„	4. 9. N.-M. 6 Uhr			Ist in den nächsten zwei bis drei Tagen krank, erholt sich und bleibt gesund.
58	„	„			Wie Nr. 57.
59	„	„			„
60	„	4. 9. N.-M. 6 Uhr 9.9. todt gefunden	Section nicht mehr möglich, da zur Hälfte verzehrt.		+

VII. Versuchsreihe: Injection von 10 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemerkungen.
61	grosse Feldmaus	5. 9. V.-M. 7 Uhr 5. 9. V.-M. 12 Uhr Sofort darauf	Erhebliche Vergrösserung der Milz und mesent. Drüsen; sehr heftige Darmerscheinungen.	Mässige Zahl von Bacillen in Milz und Leber.	+
62	„	5. 9. V.-M. 7 Uhr 5. 9. V.-M. 12 Uhr Sofort darauf	Milz kaum vergrössert, mesent. Drüsen ebenfalls sehr wenig, Dünndärme geröthet mit schleimig-wässerigem Erguss.	Mässige Zahl von Bacillen in der Milz.	+
63	„	5. 9. V.-M. 7 Uhr 5. 9. V.-M. 11 Uhr Sofort darauf	Milz kaum vergrössert, deutlicher die mes. Drüsen. Dünndärme bis zur Klappe geröthet, in Dünn- wie Dickdarm dünner Inhalt.	Milz mit nicht zahlreichen Bacillen.	+

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemerkungen.
64	grosse Feldmaus	5. 9. V.-M. 7 Uhr 5. 9. N.-M. 1 Uhr Sofort darauf	Erhebliche Vergrösserung der Milz und mesent. Drüsen, Dünndärme geröthet, starker wässeriger Erguss.	Beträchtliche Zahl von Bac. in der Milz.	+
65	„	5. 9. V.-M. 7 Uhr 5. 9. N.-M. 3 Uhr 5. 9. N.-M. 4 Uhr	Grosser Milztumor, desgl. die mesent. Drüsen erheblich vergrössert, starke Röthung der Dünndärme, starker Erguss wesentlich im Duod. und Jej.	Massenhaft Bacillen, zahlreiche Scheinfäden in der Milz.	+
66	„	5. 9. V.-M. 7 Uhr 5. 9. N.-M. 3 Uhr 5. 9. N.-M. 5 Uhr	Beträchtliche Vergrösserung der Milz und mes. Drüsen, heftige Röthung und schleimig-wässeriger Erguss in den Dünndärmen bis zur Valv. Bauh.	Mässige Zahl von Bacillen in der Milz.	+
67	mittelgrosse Feldmaus	5. 9. V.-M. 7 Uhr 5. 9. N.-M. 3 Uhr 5. 9. N.-M. 5 Uhr	Erheblicher Milztumor, starke Schwellung der mesent. Drüs. Darmerscheinungen geringer.	Massenhafte Bacillen in der Milz.	+
68	grosse Feldmaus	5. 9. V.-M. 7 Uhr In der folg. Nacht 6. 9. V.-M. 7 Uhr	Sehr erhebliche Vergrösserung der Milz und mesent. Drüsen, wässeriger Erguss in den dünnen Gedärmen bis zur Klappe.	Sehr zahlr. Bacillen in der Milz.	+
69	„	5. 9. V.-M. 7 Uhr In der folg. Nacht 6. 9. V.-M. 7 Uhr	Sehr erhebliche Vergrösserung der Milz und mesent. Drüsen, wässeriger Erguss in den Dünndärmen bis zur Klappe.	Sehr zahlreiche Bacillen in der Milz.	+
70	„	5. 9. V.-M. 7 Uhr 6. 9. N.-M. 8 Uhr 7. 9. V.-M. 7 Uhr	Sehr erheblicher Milztumor, desgl. sehr erhebliche Vergrösserung der mesent. Drüsen. Duod. u. Jej. stark geröthet mit dünnem Inhalt.	Sehr zahlreiche Bacillen in der Milz.	+
	VIII. Versuchsreihe: Injection von 20 gtt. = 1 ccm in die Bauchhöhle.				
71	grosse Hausmaus	9. 7. V.-M. 7 Uhr 9. 7. N.-M. 3 Uhr Sofort darauf	Sehr beträchtlicher Milztumor, beträchtliche Vergrösserung der mesent. Drüsen. Schleimig-wässeriger Erguss in Duod. u. Jej. Bezirksweise Röthung der Schleimhaut.	Sehr zahlreiche Bacillen in Milz, Niere, Leber, weniger im Blut. Stichcult. aus Milz m. Erfolg.	+
72	mittelgrosse Hausmaus	9. 7. V.-M. 7 Uhr 9. 7. N.-M. 3 Uhr Sofort darauf	Wie Nr. 71.	Massenhaft Bac. u. Scheinfäden in Milz, Leber, Nieren, Lungen, viel weniger im Bl. Stichcultur aus Milz und Niere mit Erf.	+

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
73	kleine Hausmaus	10. 7. V.-M. 7 Uhr In der folg. Nacht 11. 7. V.-M. 7 Uhr	Wie Nr. 71.	Wie Nr. 72.	+
74	grosse Hausmaus	10. 7. V.-M. 7 Uhr In der folg. Nacht 11. 7. V.-M. 7 Uhr	„	„	+
75	mittelgrosse Hausmaus	10. 7. N.-M. 6 Uhr In der folg. Nacht 11. 7. V.-M. 7 Uhr	„	„	+
76	grosse Hausmaus	12. 7. V.-M. 7 Uhr 12. 7. N.-M. 5 Uhr Sofort darauf	„	„	+
77	„	12. 7. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 13. 7. V.-M. 7 Uhr	„	„	+
78	„	12. 7. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 13. 7. V.-M. 7 Uhr	„	„	+
79	„	13. 7. V.-M. 7 Uhr 13. 7. N.-M. 5 Uhr Sofort darauf	„	„	+
80	mittelgrosse Hausmaus	13. 7. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 14. 7. V.-M. 7 Uhr	„	„	+

Wenn wir uns an der Hand dieser Versuchsreihen, in denen 80 Haus- und Feldmäusen wechselnde Mengen von Typhusbacillen in die Bauchhöhle injicirt sind, zunächst nur nach den Wirkungen umsehen, welche diese Injectionen hervorgerufen haben, so lässt sich leicht erkennen, dass die sämmtlichen Thiere der 2. bis 4. Versuchsreihe in mehr oder minderem Grade erkrankten, während die ersten 10 Mäuse keinerlei Veränderungen boten. Die ersten Wirkungen zeigten sich schon 1 bis 2 Stunden nach der Einverleibung der Typhusbacillen und je nach der Grösse der verabreichten Gabe dauerten dieselben 1, 2 bis 3 Tage oder führten gewöhnlich innerhalb weniger Stunden zum Tode. Neben der aufgehobenen Fresslust und der sehr herabgesetzten Reaction gegen äussere Reize erscheinen uns nur die bisweilen unverkennbar auftretenden diarrhoeischen Entleerungen erwähnenswerth, die auch einzelne Male bei den Sectionen sich im Dickdarm der Thiere zeigten.

Die Ergebnisse der Sectionen waren durchgehends übereinstimmende, nur graduell in einzelnen Fällen verschieden.

Eine Reaction von Seiten des Peritonäums war bei keinem einzigen der zahlreich verendeten Thiere zu bemerken, dasselbe war in allen Fällen

von glatter, glänzender Beschaffenheit. Von den vor wenigen Stunden injicirten und im Verhältniss zur Grösse des Thierkörpers doch grossen Mengen der Aufschwemmungen war makroskopisch in der Bauchhöhle nichts mehr zu bemerken, ein Beweis der erheblichen Resorptionsfähigkeit des Peritonäums. Mikroskopisch waren allerdings stets Typhusbacillen in der peritonäalen Flüssigkeit nachzuweisen und zwar auch in jenen Fällen, die in den Organen der Bauchhöhle nur eine geringe Zahl dieser Gebilde mehr wahrnehmen liessen. Bei den vielfachen Untersuchungen der peritonäalen Flüssigkeit auf ihren Gehalt an Typhusbacillen sowohl hier bei den Mäusen, wie später bei den Kaninchen und Meerschweinchen drängte sich uns die Anschauung auf, dass diese Gebilde in dem grossen Lymphsack des Bauchfells sich verhältnissmässig am längsten zu erhalten vermögen und stets noch aufzufinden waren zu einer Zeit, wo in dem Blute der Versuchsthiere die Bacillen längst zu Grunde gegangen waren, ein Fingerzeig, der bei Uebertragungsversuchen der Typhusbacillen dem Lymphgefässsystem den Vorzug geben lässt im Gegensatz zu den Importationen in die Blutgefässe.

In weitaus der Mehrzahl der erlegenen Thiere handelte es sich um eine mehr oder mindere Vergrösserung der Milz, die um so erheblicher war, je mehr Aufschwemmung der Bauchhöhle einverleibt war und in den letzten Versuchsreihen besonders stark in Erscheinung trat. In allen Fällen ist die Milz vermittelst Abstreifpräparate auf ihren Gehalt an Typhusbacillen untersucht und stets waren diese, wenn auch in wechselnder Menge, vorhanden. Vor der Anfertigung der Deckglastrockenpräparate wurde mit ausgeglühter Platinnadel in die Milz und sodann in 10% Nährgelatine abgestochen und in allen Fällen entstanden in den letzteren, wenn auch hin und wieder neben Verunreinigungen die bekannten Culturen der Typhusbacillen. Genug der Milztumor war fast in allen Fällen vorhanden, der Nachweis der Typhusbacillen in der Milz gelang stets.

Ebenso prägnant wie die Organveränderung der Milz, ja in keinem einzigen Falle fehlend, waren gewisse Veränderungen des Dünndarms. Wir haben es auch hier, ebenso wie bei der Beurtheilung der Milz, der mesenterialen Drüsen, des follikulären Apparats nicht unterlassen uns zunächst eine Anschauung zu verschaffen über das Verhalten dieser Organe bei gesunden Mäusen, die wir absichtlich zu diesen vergleichenden Untersuchungen getödtet hatten. Während bei diesen letzteren Thieren der Dünndarm eine kaum bemerkbare Blutfülle zeigte, von mehr grauweissem Aussehen war, der Inhalt der Schlingen breiig, schleimig sich verhielt, zeigten sich bei den an den Folgen der Injection verendeten Thieren die Dünndarmschlingen und zwar besonders das Duodenum und Jejunum von grauröthlicher Farbe, die sofort hinter dem Pylorus ihren Anfang nahm.

Die Blutfülle war eine grosse und ebenso deutlich an der Aussen- wie Innenseite der Darmwand, in der Mehrzahl der Fälle allerdings sich nur heraberstreckend bis zum Ileum und nur bei Verabreichung grosser Gaben gelang es auch dieses, sowie die Anfangstheile des Dickdarms in Mitleidenschaft zu ziehen. Bei dieser erheblichen Blutfülle der oberen Dünndarmabschnitte konnte es nicht fehlen, dass die Röthung der Schleimhaut eine lebhafte war und sich vielfach in punktförmigen oder auch grösseren Hämorrhagien in das Gewebe der Schleimhaut kundgab, wie auch hin und wieder der Inhalt des Duodenums und auch Jejunums hämorrhagisch gefärbt war, durchweg war dieser letztere von wässeriger oder mehr schleimig wässeriger Beschaffenheit und von solcher Menge, dass die betreffenden Schlingen der dünnen Gedärme durch denselben übermässig ausgedehnt waren.

Fügen wir noch hinzu, dass mehrfach die Darmwand, besonders des Duodeums ödematös durchtränkt war, sich verdickt anfühlte, so wäre der hauptsächlichsten Veränderungen Erwähnung geschehen. Jedenfalls hätten dieselben nicht, wie wir zu finden erwarteten, ihren Sitz im Ileum oder dem Anfangstheil des Dickdarms, sondern wesentlich im Duodenum und Jejunum.

Schwieriger war die Beurtheilung des folliculären Apparates und der mesenterialen Drüsen und doch erforderten aus naheliegenden Gründen gerade diese Gebilde eine besondere Aufmerksamkeit. Ihre Kleinheit bei den kleinen Versuchsthieren erschwerte die Beurtheilung wenigstens in Bezug auf die Peyer'schen Haufen. Es ist uns nur selten, vielleicht 2 bis 3 Mal unter den 46 verendeten Thieren möglich gewesen die Peyer'schen Plaques als von aussen bei Betrachtung des Darms sich markirende Anschwellungen wahrzunehmen, wie dies E. Fränkel und Simmonds erwähnen. Selbst nachdem der Darm vorsichtig aufgetrennt, gelang es nicht, diese kleinen Gebilde stets sofort zur Anschauung zu bringen. Wir bedurften zu diesem Zwecke des durchfallenden Lichtes und haben daher einzelne Abschnitte des Dünndarmes auf Objectträger einfach ausgebreitet und nun mit sehr schwachen Vergrösserungen betrachtet. Unter Vergleichung der Grössenverhältnisse mit den Peyer'schen Haufen gesunder absichtlich zu diesem Zwecke getödteter Thiere konnten wir uns bald davon überzeugen, dass allerdings eine Vergrösserung dieser Gebilde vorlag und zwar im ganzen Dünndarm, wie solches ja auch nach den entzündlichen Erscheinungen der Darmwand kaum anders zu erwarten war. Weitergehende Veränderungen haben wir niemals sehen können, nie waren Geschwürsbildung, Verschorfungen auch von noch so geringem Umfange vorhanden.

Die mesenterialen Drüsen erforderten eine so zeitraubende Unter-

suchungen nicht. Durchweg sind diese kleinen Drüsen bei gesunden Thieren mit blossem Auge noch eben sichtbar. Bei unseren Versuchsthieren waren dieselben nach einiger Uebung stets leicht zur Anschauung zu bringen, mit sterilisirten, spitzen Pincetten aus ihrer Umgebung loszulösen und vermittelst Abstreifpräparate auf ihren Bacillengehalt zu untersuchen. Wie aus den Sectionsprotocollen ersichtlich, stimmte ihre Grössenzunahme fast stets mit der der Milz überein und beide waren in Abhängigkeit von der Masse des in die Bauchhöhle injicirten Materials, je reichlicher letzteres, um so reichlicher war durchweg der Gehalt an Typhusbacillen, um so erheblicher war die Grössenzunahme.

In ähnlicher Weise wie die Milz wurde Leber, Niere, Lungen, Blut vermittelst Abstreifpräparat untersucht und fast stets in allen Organen dieselben Gebilde, wie in der Milz gefunden. Allerdings war der Bacillengehalt, soweit dies aus den Deckglastrockenpräparaten erkennbar, ein vielfach wechselnder der Menge nach selbst in demselben Organe und bei Einverleibung gleich grosser Mengen. Daher sagen auch die Sectionsprotocolle, selbst gleicher Versuche: „wenig zahlreiche Bacillen in Milz, Leber, Niere, Lungen, mesenteriale Drüsen, oder mässige Zahl u. s. w. oder zahlreiche Bacillen u. s. w. oder massenhafte Bacillen u. s. w.“ Es lässt sich im Allgemeinen nur sagen, dass die Organe der Bauchhöhle den grösseren Bacillengehalt besassen, dass unter ihnen die Milz und mesenterialen Drüsen bevorzugt waren und dann Leber und Niere folgten, dass in den Organen der Brusthöhle der Gehalt ein erheblich geringerer war, dass insbesondere das Blut, welches stets dem rechten Vorhof entnommen wurde, die geringsten Mengen, vielfach auch gar keine Bacillen aufwies.

Bei diesem einfachen Aufsuchen der Typhusbacillen in den einzelnen Organen und dem Blut haben wir es selbstredend nicht bewenden lassen, sondern zur Sicherstellung der Diagnose: „Typhusbacillen“ in der Mehrzahl der Fälle Stichculturen aus verschiedenen Organen, insbesondere aber der Milz angefertigt, die fast immer ohne Verflüssigung der Gelatine innerhalb der ersten sechs bis zehn Tage sich deutlich im Impfstich entwickelten und dann begannen, langsam sich an der Oberfläche der Gelatine als dünner, bläulich-weisser Belag auszubreiten. Bei diesem Oberflächenwachsthum zeigten sich hin und wieder insofern Verschiedenheiten, als einzelne Stichculturen oft erst nach mehreren Wochen eine Ausbreitung auf der freien Fläche der Gelatine erkennen liessen, während andere schon mit dem Ende der ersten bis zweiten Woche jenen bläulich-weissen Belag gebildet hatten, ein Verhalten, für welches wahrscheinlich eine Verschiedenheit der Gelatine, eine mehr oder mindere Festigkeit derselben verantwortlich war.

Bei mehreren Versuchsthieren insbesondere im Beginn unserer Untersuchungen wurden ausserdem noch Plattenculturen angelegt, indem aus der Milz eine Platinöse Milzpulpa mit Gelatine vermischt und von diessm Originalgefäss zwei weitere Verdünnungen bereitet wurden. Während nach zwei bis vier Tagen die Originalplatten nur kleine, dicht zusammenliegende, zahlreiche Colonieen enthielten, waren diese letzteren auf der zweiten wie dritten Platte als leicht gelblich-weisse Heerde mit zackigem Rand zu erkennen, oder auch von bräunlichem Aussehen, glaswollartig verflochten. Diese charakteristischen Typhuscolonieen wurden dann weiter in gefärbten Deckglaspräparaten, in hängenden Tropfen, in Stichculturen und auf sterilisirten Kartoffeln des weiteren geprüft und überall ihre Identität mit Typhusbacillen festgestellt. Wir haben dann später im weiteren Verfolg unserer Untersuchungen diesen zeitraubenden Nachweis unterlassen und uns begnügt mit der Anfertigung der Abstreifpräparate und der Gelatine-Stichculturen.

Bei diesen vielfachen Untersuchungen bez. der mikroskopischen Betrachtung der Typhusbacillen sind auch uns einzelne Eigenthümlichkeiten der in Rede stehenden Gebilde aufgefallen, die fast von allen, die sich eingehend mit ihnen beschäftigt haben, hervorgehoben sind und welche sich auf die verschiedene Grösse, die Sporenbildung u. s. w. beziehen. Schon von den Entdeckern der Typhusbacillen, von Eberth[1] und Koch[2] wurde auf diese Eigenthümlichkeiten hingewiesen, dann von Gaffky, Friedländer und Meier[3], E. Fränkel und Simmonds, Michael.

In erster Linie ist hier die verschiedene Grösse der Typhusbacillen zu nennen, die in der That eine solch wechselnde sein kann, dass die Diagnose zweifelhaft werden müsste, wenn eben nicht der Nachweis der übrigen biologischen Eigenschaften die Bedenken beseitigte. Es ist diese verschiedene Länge und auch Breite nicht allein von der verschiedenen Färbung abhängig, da sie an ungefärbten Bacillen ebenso deutlich hervortritt, sondern wesentlich das verschiedene Alter der Cultur sowie die Verschiedenheit des Nährsubstrates bedingen diesen Wechsel in der Grösse. Stets waren, wie dieses bereits von Michael bemerkt wurde, die auf Kartoffeln gezüchteten Bacillen die grössten, wie auch hier die Menge der Scheinfäden eine überaus grosse war. Ebenso zeigten die zahlreichen Gelatine-Stichculturen um so grössere Typhusbacillen, je älter die Cultur war, wie es auch nicht zu verkennen war, dass die Consistenz der Gela-

---

[1] Eberth, Virchow's *Archiv*. 1880. Bd. LXXXI.

[2] Koch, *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt*. 1881. Bd. II.

[3] Meier (Friedländer), Untersuchungen über den Bacillus des Abdominaltyphus. *Inaug.-Dissert.* Berlin 1881.

tine Einfluss in dieser Beziehung hatte, je fester dieselbe, um so kleiner, je weicher, um so grösser waren die einzelnen Exemplare.

So wahrscheinlich nach unseren heutigen Kenntnissen die zuerst von Gaffky hervorgehobene, endständige Sporenbildung ist, so ist es uns doch nicht stets gelungen dieselbe zu sehen, obgleich unsere Culturen vielfach in der wärmsten Jahreszeit im Monat Juli, August angelegt waren und auch mehrfach vier bis sechs Tage im Brütofen bei 37 bis 40° verweilt hatten.

Sehr deutlich waren dagegen die zuerst von Friedländer und Meier betonten, ungefärbten Abschnitte im Innern der Bacillen — Vacuolenbildung — die selbst bei längere Zeit einwirkendem Farbstoff unter gleichzeitiger Erwärmung der Präparate als sich nicht färbende, helle Lücken bestehen blieben.

Da wir durchweg unsere Präparate nur mit Fuchsin- oder gewöhnlicher oder alkalischer Methylenblaulösung behandelten, so haben wir ein wechselndes Verhalten der Bacillen verschiedenen Farbstoffen gegenüber nicht constatiren können, die genannten Farblösungen wurden jedenfalls leicht und rasch angenommen.

Als wir nach Beendigung dieser vorstehenden Versuchsreihen uns die Frage vorlegten, was ist durch dieselben als erwiesen zu betrachten, glaubten wir uns nur folgende Antwort geben zu dürfen:

1. Die in die Peritonäalhöhle von Haus- und Feldmäusen injicirte wässerige Aufschwemmung von Typhusbacillen wird rasch resorbirt.

2. Die Folgen dieser Injection und Resorption sind verschiedene, je nach der Menge des einverleibten Materials. Ist letzteres gering, siehe die erste Versuchsreihe mit $^{1}/_{20}$ gtt., so verläuft die Injection und Resorption der Typhusbacillen ohne erkennbare Reaction, die Thiere bleiben gesund; wird das Material in vermehrter Menge verwandt, so erkranken die Thiere, siehe die zweite Versuchsreihe mit 1 gtt., genesen aber nach wenigen Tagen; werden grössere Mengen dem Thierkörper einverleibt, siehe die dritte und achte Versuchsreihe, so verenden durchgehends die Thiere nach wenigen Stunden, ja bei sehr grossen Gaben alle ohne Ausnahme.

3. Die durch die massenhafte Invasion der Typhusbacillen im Thierkörper hervorgerufenen Veränderungen bestanden in enteritischen Erscheinungen, wesentlich des Duodenum und Jejunum, einer Vergrösserung des Follikelapparats des Dünndarms und der mesenterialen Drüsen, einer grösseren Blutfülle und Vergrösserung der Milz, Leber und Niere.

Zur Entscheidung der uns interessirenden Frage von der erfolgreichen Uebertragung der Typhusbacillen konnten uns die vorstehenden Versuchsreihen nicht hinreichend erscheinen, insbesondere drängte die Kleinheit

der bisher verwandten Thiere dazu, die anatonischen Veränderungen an grösseren zu studiren. Wir führten daher eine weitere Versuchsreihe an Kaninchen aus, denen wir nach E. Fränkel und Simmonds Vorgehen Thyphusaufschwemmungen in zweifacher Weise in den Körper injicirten, entweder in die Blutbahn, die Vena jugularis ext. oder eine der Ohrvenen, oder in die Bauchhöhle.

I. Injectionen in die Blutbahn:

Nr. der Versuche: 81. Grosses Kaninchen. Am 3./8. werden zwei Oesen Typhusbacillen mit 1 ccm steril. dest. Wassers vermischt in die Ohrvene gespritzt. Am 4. ist das Thier sichtlich krank, träge, verminderte Fresslust, Koth dünn, beschmutzt After und Hinterläufe. Am 5. ist das Thier munterer, frisst gierig und bleibt auch ferner gesund.

82. Grosses Kaninchen. Dieselbe Menge Typhusbacillen wird in gleicher Weise und Zeit wie bei 81 einverleibt. Auch dieses Thier erkrankt für einen Tag, wird gesund und bleibt es auch.

83. Kleines Kaninchen. Am 3./8. V.-M. 7 Uhr werden drei Oesen Typhusbacillen mit $1^1/_2$ ccm Aq. vermischt in die Ven. jug. ext. gespritzt. — Letztere muss wegen geringer Entwickelung der Ohrvenen gewählt werden; sie wird unter antiseptischen Cautelen freigelegt, ein doppelter Faden um sie geschlungen, die Aufschwemmung langsam eingespritzt, die Ligaturen zugezogen, die Wunde vernäht. — N.-M. 3 Uhr desselben Tages wird das Thier todt gefunden. Section zu dieser Zeit: Todtenstarre an allen Extremitäten, Hinterläufe und After mit dünnem Koth beschmutzt. Im Magen wenig Inhalt, im Dünn- zum Theil auch im Dickdarm dünner, wässeriger Inhalt. Milz im Breitendurchmesser vergrössert, im Streifpräparat derselben sehr spärliche Bacillen. Die Peyer'schen Haufen sind vergrössert, von grauröthlicher Farbe, ohne Schorfbildung, die Schleimhaut der dünnen Gedärme geröthet. In der blutreichen Leber und Niere finden sich sehr wenige Typhusbacillen, im Blute gar keine. Stichcultur aus Milz und Niere, aus ersterer mit, aus letzterer ohne Erfolg angelegt.

84. Kleines Kaninchen. Injection wie bei 83. Desselbigen Tages N.-M. 3 Uhr todt gefunden. Section zu dieser Zeit: Todtenstarre an allen Extremitäten, Hinterläufe und After mit dünnem Koth beschmutzt. Im Magen wenig Inhalt, im Dünn- zum Theil auch im Dickdarm und Coecum dünner, wässeriger Inhalt. Milz etwas verbreitert mit wenigen Bacillen, ebenso in der blutreichen Leber und Niere. Die Drüsen des Gekröses fühlen sich weich an, sind vergrössert, von grauröthlicher Farbe. Ebenso sind die Peyer'schen Haufen vergrössert, nirgends Schorfbildung, keine Bacillen im Streifpräparat derselben, wohl aber einzelne in den Gekrösdrüsen. Schleimhaut der dünnen Gedärme geröthet. Stichculturen aus Milz und Niere ohne Erfolg angelegt.

85. Grosses Kaninchen. Am 2. 8. V.-M. 7 Uhr vier Oesen Typhusbacillen auf 2 ccm Aq. gelöst in die Ven. jug. ext. Tod N.-M. $4^1/_2$ Uhr. Section sofort darauf. Axillare wie inguinale Drüsen geröthet mit spärlichen Bacillen. Im Magen wenig Futterstoffe, in den dünnen Gedärmen wenig schleimig-wässeriger Inhalt, Coecum voll Koth. Milz wenig, Drüsen an der Wurzel des Gekröses

stärker vergrössert, letztere erweicht, auf dem Durchschnitt blutig durchtränkt. In Milz und Gekrösdrüsen sehr spärlich Typhusbacillen, hin und wieder findet sich eine im Streifpräparat, ebenso in Leber und Niere, im Blute sind gar keine nachweisbar. Die Peyer'schen Haufen sind etwas vergrössert, ohne Schorfbildung, ohne Bacillen. An einzelnen Stellen des Dünndarms ist die Schleimhaut etwas geröthet. Stichcultur aus der Milz ohne Erfolg angelegt.

86. Sehr grosses Kaninchen. Am 1./8. V.-M. 7 Uhr fünf Oesen Typhusbacillen auf 2 ccm Aq. gelöst in eine Ohrvene. Das Thier ist Tags über sehr krank, frisst wenig, sitzt stets an derselben Stelle und entleert dünnen Koth Tod 2./8. V.-M. 9 Uhr. Section 12 Uhr.

Todtenstarre an allen Extremitäten, After und Hinterläufe mit dünnem Koth beschmutzt. Axillare wie inguinale Drüsen stark geröthet mit spärlichen Bacillen im Streifpräparat. Im Magen wenig Futterstoffe, Dünndärme fast leer, nur etwas schleimig-wässeriger Inhalt, desgleichen Coecum. Milz vergrössert mit sehr spärlichen Bacillen. Drüsen an der Wurzel des Gekröses vergrössert, erweicht, im Innern blutig durchtränkt mit ebenfalls sehr spärlichen Bacillen. Schleimhaut der Dünndärme zeigt wenig Veränderung, nur an einzelnen Stellen ist dieselbe geröthet; die Peyer'schen Haufen sind vergrössert, ohne Schorfbildung, in ihnen sind keine Bacillen zu finden. In Niere und Leber Bacillen sehr spärlich, im Blute sind gar keine zu finden. Stichculturen aus der Milz werden mit Erfolg, den Gekrösdrüsen ohne Erfolg angelegt.

Niere links und Leber werden in mit Sublimat befeuchtetem Fliesspapier eingeschlagen und in den Brütofen bei 37° C. gestellt. Am folgenden Morgen, noch deutlicher am Nachmittag ist ein intensiver Fäulnissgeruch an den Organen vorhanden, Typhusbacillen sind nicht zu finden, wie auch die Stichculturen solche nicht, wohl aber Fäulnissorganismen zur Entwickelung kommen lassen.

II. Injectionen in die Bauchhöhle:

87. Mittelgrosses Kaninchen. Am 30./7. V.-M. 7 Uhr 1 Oese Typhusbacillen auf 1 ccm Aq. gelöst in die Bauchhöhle vermittelst der Koch'schen Spritze derart injicirt, dass die Bauchdecken bis fast zum Peritonäum unter antiseptischen Cautelen gespaltet werden, durch letzteres wird dann die nochmals mit Sublimat befeuchtete Spitze der Spritze gestossen. Schon nach wenigen Stunden nimmt das Thier keine Nahrung mehr, läuft aber im Käfig umher. Am nächsten Tage ist es wieder völlig munter, frisst und bleibt auch ferner gesund.

88. Mittelgrosses Kaninchen. Injection zur selben Zeit, gleiche Menge und Weise wie 87. Tags über nimmt das Thier wenig Nahrung, ist aber am folgenden Morgen völlig munter. — Nach 5 Tagen nochmalige Injection jetzt von zwei Oesen Typhusbacillen auf 2 ccm Aq. gelöst. Das Thier ist drei Tage hindurch krank. — Nach nochmals fünf Tagen eine fernere Injection von zwei Oesen Typhusbacillen auf 2 ccm Aq. gelöst. Auch jetzt erkrankt das Thier, gesundet aber nicht und stirbt am sechsten Tage nach der dritten Injection. Die Section ergiebt neben hochgradiger Abmagerung eine eitrige Peritonitis in Folge von Kothaustritt aus dem Coecum. Bei den zwei letzten Injectionen wurde die Haut nicht gespalten, sondern die Injectionsnadel einfach durch die Bauchdecken gestossen. Wahrscheinlich ist die Verletzung des Coecums bei der letzten Injection erfolgt.

Typhusbacillen sind in keinem Organ mehr nachzuweisen, ebensowenig Erscheinungen am Darme, die auf Typhus hindeuten könnten.

89. Grosses Kaninchen. Am 30./7. V.-M. 7 Uhr drei Oesen Typhusbacillen auf 3 ^{ccm} Aq. gelöst in die Bauchhöhle injicirt wie bei 87. Das Thier nimmt sofort nach der Operation gierig Nahrung, da es die Nacht gehungert zur möglichsten Entleerung der Gedärme. Schon nach einer Stunde aber erkennt man die schwere Erkrankung, die Fresslust ist geschwunden, das Thier ist nicht zu bewegen, den Platz zu wechseln. Tod desselben Tages N.-M. $3^1/_2$ Uhr, Section 4 Uhr.

Axillare wie inguinale Drüsen geröthet, in ihnen spärlich Bacillen. Bauchfell und Wunde bieten nichts Auffälliges. Magen voll Futterstoffe, Dünndärme fast leer, nur wässeriger Inhalt in denselben. Coecum und Dickdarm voll Koth. Drüsen an der Wurzel des Gekröses stark vergrössert, weich, grauröthlich, die Marksubstanz stark blutig durchtränkt, Streifpräparate aus derselben mit massenhaften Typhusbacillen. Milz vergrössert mit sehr zahlreichen Bacillen. Nieren und Leber stark geröthet, mit wenig zahlreichen Bacillen. Peyer'sche Haufen vergrössert, geröthet, mit zahlreichen Bacillen, aber ohne Schorfbildung. Offenbar ist die Hauptinvasion der Aufschwemmung in die Peyer'schen Haufen und die Gekrösdrüsen erfolgt, bedingt wohl durch das vorhergehende Hungern. Auf der linken Lunge einige subpleurale Blutergüsse, Lungen mit wenig zahlreichen Bacillen, zahlreich im Vorhof des r. Herzens. Stichcultur aus der Milz mit Erfolg angelegt.

90. Grosses Kaninchen. Am 29./7. V.-M. 7 Uhr fünf Oesen Typhusbacillen mit 3 ^{ccm} Aq. gemischt in die Bauchhöhle injicirt wie bei 87. Tod desselben Tages V.-M. 10 Uhr, also drei Stunden nach Einverleibung der Aufschwemmung. Section N.-M. 5 Uhr.

Axillare wie inguinale Drüsen nicht vergrössert, aber geröthet mit wenigen Bacillen. Bauchfell ohne Veränderung, in der nächsten Umgebung der Wunde ein papierdünner Bluterguss zwischen Muskulatur und Peritonäum. Streifpräparate aus der peritonäalen Flüssigkeit ergeben massenhaft Bacillen. Magen voll Futterstoffe, Dünndärme mit wässerigem Inhalt, Coecum und Dickdarm mit breiigem und festem Koth gefüllt. Mesenteriale Drüsen vergrössert von weissgrauer Farbe. Milz vergrössert. Schleimhaut der Dünndärme geröthet mit vergrösserten Peyer'schen Haufen, eine Verschorfung an letzteren nirgends zu erkennen. In ihnen, sowie in den Gekrösdrüsen zahlreiche Bacillen, die in Milz, Leber, Niere massenhaft vorkommen, desgleichen zahlreich auch in den Lungen und im Blute. Stichcultur aus der Milz mit Erfolg angelegt.

Die Drüsen an der Wurzel des Gekröses, desgleichen zwei Peyer'sche Haufen, welche insgesammt nur zahlreiche Bacillen enthielten, werden in Filtrirpapier, welches mit 1 p. m. Sublimatlösung getränkt ist, eingeschlagen und zwischen zwei Uhrschalen in den Brütofen mit 37 ^{0} C. Temp. gelegt. Am folgenden Morgen ist sowohl in den Gekrösdrüsen, wie Peyer'schen Haufen eine deutliche Vermehrung der Bacillen wahrzunehmen.

91. Grosses Kaninchen. Am 21./7. N.-M. 6 Uhr zehn Oesen Typhusbacillen mit 5 ^{ccm} Aq. gemischt in die Bauchhöhle injicirt wie bei 87. Schon nach einer Stunde ist das Thier kaum mehr zu bewegen, seinen Platz zu wechseln, Futter wurde unmittelbar nach der Injection genommen. Der Tod erfolgt

in der folgenden Nacht. Section 22./7. V.-M. 6½ Uhr: Todtenstarre an allen Extremitäten, After und Hinterläufe stark mit dünnem Koth beschmutzt. Am Peritonäum keine Veränderung, die Wunde und deren Umgebung reactionslos. Magen prall mit Futterstoffen gefüllt, Dünndärme voll wässerigen Inhalts, während der Dickdarm mehr breiig-wässerige Massen enthält. Drüsen an der Wurzel des Gekröses vergrössert von grau-weisser Farbe. Ebenso ist die Milz in ihrem Breitendurchmesser, aber nur in ihrer vorderen Hälfte, vergrössert. Streifpräparate von den Wandungen des parietalen Bauchfells zeigen ungeheure Mengen von Typhusbacillen, solche aus der Milz nur zahlreich. In den mesenterialen Drüsen, der Nieren, der Leber sind die Bacillen ebenfalls nur zahlreich vorhanden. Unter der Kapsel der linken Niere mehrere Ecchymosen. Im Darmcanal finden sich von der Ileo-coecalklappe bis in das Jejunum hinauf mehrfach geschwollene Peyer'sche Haufen mit Ecchymosen, auch hier ergeben die Streifpräparate zahlreich Typhusbacillen. Eine Verschorfung ist trotz Besichtigung jedes vergrösserten Peyer'schen Haufens nicht zu entdecken. Axillare wie inguinale Drüsen sind vergrössert, geröthet mit zahlreichen Bacillen. Stichculturen aus der Milz und den mesenterialen Drüsen mit Erfolg angelegt.

Die nur mit zahlreichen Typhusbacillen durchsetzte Milz wird in Fliesspapier geschlagen — letzteres ist mit 1 p. m. Sublimatlösung angefeuchtet — und sodann in ein Reagirglas gegeben und in den Brütofen gesetzt. N.-M. 6 Uhr, also nach elfstündigem Verweilen in einer Temperatur von 37 bis 38° C. zeigen die Streifpräparate eine ungeheure Vermehrung von Typhusbacillen, auch jetzt werden Stichculturen aus der Milz mit Erfolg angelegt.

Nach den Anschauungen, die wir aus diesen gesammten Versuchen über die Wirkungsweise der Typhusbacillen bei dieser Art der Einführung in den Thierkörper gewinnen mussten und auf welche wir später näher eingehen werden, war es für uns nicht zweifelhaft, dass auch bei Meerschweinchen sich ähnliche Erfolge erzielen lassen würden. Es war diese Thiergattung, nachdem sechs Injectionen, an drei Meerschweinchen ausgeführt, nur ein positives Resultat ergeben hatten, wegen geringer Empfänglichkeit für das Typhusgift von E. Fränkel und Simmonds verlassen worden. Unserer Ansicht nach scheiterten die diesbezüglichen Versuche der Hamburger Forscher wesentlich nur durch die Verabreichung zu geringer Mengen von Typhusbacillen und durch die drei Mal unter sechs Versuchen ausgeführte Reinfection der Thiere.

Um die Zahl unserer Versuche nicht zwecklos zu erhöhen, sind nur sechs Meerschweinchen verwandt worden, zudem ja auch A. Fränkel und Seitz bei ihren diesbezüglichen Versuchen sich dieser Thiergattung bedient hatten.

I. Injectionen in die Blutbahn:

92. Mittelgrosses Meerschweinchen. Am 26./8. N.-M. 4 Uhr eine Oese Typhusbacillen auf 1 ccm Aq. gelöst in die Ven. jug. ext. injicirt. Das Thier ist in den nächsten zwei Tagen schwer erkrankt, es frisst nichts, bewegt sich nicht von der Stelle trotz stärkerer Reize. Am dritten Tage beginnt die Nah-

rungsaufnahme und am vierten ist an dem Thiere nichts krankhaftes mehr zu bemerken. Dasselbe bleibt gesund.

93. Mittelgrosses Meerschweinchen. Am 28./8. N.-M. 4 Uhr zwei Oesen Typhusbacillen auf $1^1/_2$ ccm Aq. gelöst in die Ven. jug. ext. injicirt. Tod am 29./8. V.-M. $7^1/_2$ Uhr. Section sofort darauf. Milz nur im Breitendurchmesser vergrössert, mesent. Drüsen fast bohnengross, braunroth durch das reichliche Fettgewebe durchschimmernd. Gefässe des Dünndarms bis zur Ileo-Coecalklappe stark mit Blut gefüllt, besonders aber die des Duod. und Jejun. Wässeriger Inhalt im Duod. und der oberen Jejunalhälfte, während der untere Theil sowie das Ileum fast leer ist. Schleimhaut überall von braunrother Farbe mit zahlreichen Ecchymosen. Peyer'sche Haufen vergrössert, ohne Schorfbildung, mit reichlichem Blutgehalt. Mes. Drüsen auf dem Durchschnitt von dunkelbraunrother Farbe, blutig durchtränkt. Lungen mit subpleuralen Blutergüssen.

Sehr spärliche Bacillen in Streifpräparaten von Milz und Leber, ebenso spärlich in den mesent. Drüsen, gar keine in den Nieren. Stichcultur auf Milz und mesent. Drüsen, erstere mit, letztere ohne Erfolg.

94. Grosses Meerschweinchen. Am 25./8. N.-M. 4 Uhr drei Oesen Typhusbacillen auf 2 ccm Aq. gelöst in die Ven. jug. ext. gespritzt. Tod 26./8. V.-M. 11 Uhr, Section 12 Uhr: Deutliche Vergrösserung der Milz, mesent. Drüsen erbsen- bis bohnengross, braunroth durch das Fettgewebe durchschimmernd. Dünndärme dicht hinter dem Pylorus bis zur Mitte des Ileum herab sehr blutreich, braunroth. Inhalt schleimig-wässerig von braunrother Farbe durch Beimengung von Blut. Schleimhaut hochgradig geröthet, zahlreiche Blutergüsse in das Gewebe der Schleimhaut. Peyer'sche Haufen prominiren in das Darmlumen stark vergrössert aber ohne jegliche Schorfbildung. Mesent. Drüsen auf dem Durchschnitt von grauer und graurother Farbe. Zahlreiche bis erbsengrosse, subpleurale Ecchymosen.

In Streifpräparaten der Milz, Leber und Niere sind Bacillen in spärlicher Menge vorhanden, in den mesent. Drüsen sind gar keine nachzuweisen. Stichcultur aus Leber und Niere, erstere mit Erfolg, letztere mit Verunreinigung.

95. Sehr grosses Meerschweinchen. Am 28./8. N.-M. 4 Uhr Injection von vier Oesen Typhusbacillen auf 2 ccm Aq. gelöst in die Ven. jug. ext. Tod 29./8. V.-M. $7^1/_2$ Uhr. Section sofort darauf: Deutliche Vergrösserung der Milz in Längen- und Breitendurchmesser, desgleichen der mesent. Drüsen bis zur Bohnengrösse. Dünndärme mit erheblicher Blutfülle, Schleimhaut derselben besonders in Duod. und Jej. von braunrother Farbe, vielfache Hämorrhagien im Gewebe der Schleimhaut. Vergrösserung und starke Blutfülle der Peyer'schen Haufen ohne Schorfbildung. Schleimig-wässeriger Erguss im Dünndarm. In der unteren Hälfte des Ileum ist die Blutfülle, die braunrothe Farbe der Schleimhaut, je näher zur Valv. Bauh. um so geringer.

Milz, Leber, Lungen, mesent. Drüsen ergeben sehr wenige Bacillen, 2 bis 3 in jedem Gesichtsfelde. Stichcultur aus Leber und Lunge, erstere mit, letztere ohne Erfolg.

II. Injectionen in die Bauchhöhle:

96. Grosses Meerschweinchen. 25./8. N.-M. 4 Uhr Injection von drei Oesen Typhusbacillen auf 2 ccm Aq. gelöst. Tod 26./8. N.-M. 2 Uhr. Section 4 Uhr: Milz und Leber mit zartem Fibrinbeschlag, in der Bauchhöhle etwa 10 ccm einer

hellgelben etwas getrübten Flüssigkeit. Milz wenig vergrössert. Mes. Drüsen von Erbsen- bis Bohnengrösse. Schlingen des Duod. und Jej. stark geröthet, viel weniger die des Ileum, in ersteren ist wässeriger, in letzterem mehr schleimiger Inhalt. Schleimhaut bis zum Ileum herab geröthet mit einzelnen Blutaustretungen. Peyer'sche Haufen vergrössert, ohne Schorfbildung. Mesenteriale Drüsen auf dem Durchschnitt grau bis grauroth, an einzelnen Stellen blutig durchtränkt. In Milz, Leber und mes. Drüsen zahlreiche Bacillen, keine im Blut. Abstichculturen aus Milz und mes. Drüsen mit Erfolg.

97. Grosses Meerschweinchen. 26./8. V.-M. 7 Uhr Injection von fünf Oesen Typhusbacillen auf 3 ccm Aq. gelöst. Tod 27./8. in der Nacht. Section 27./8. V.-M. 7 Uhr: Zarter Fibrinbeschlag auf Leber und Milz, in der Bauchhöhle kein Erguss. Deutliche Vergrösserung der Milz im Breitendurchmesser. Mes. Drüsen gut erbsen- bis bohnengross. Dünndärme stark geröthet, ebenso die Schleimhaut, insbesondere im Duod. und Jejunum, mehrfache Blutergüsse, oft strichweis in der Schleimhaut, während im Ileum die Schleimhaut mehr von graugelber Farbe ist. Peyer'sche Haufen vergrössert, aber doch nur deutlich sichtbar bei durchfallendem Licht, ohne Schorfbildung. Schleimig stark wässeriger Erguss im Duod. und Jej., Durchschnitt der Gekrösdrüsen von theils grauer, theils graurother Farbe.

In Milz, Leber, mes. Drüsen sind massenhaft Bacillen, keine im Blut. Stichcultur auf Milz und Leber mit Erfolg.

Bei der Durchsicht der Versuche, die wie vorstehend berichtet, an Kaninchen und Meerschweinchen unternommen sind, lässt es sich leicht erkennen, dass die Wirkungen der auf den genannten Wegen in den Körper importirten Typhusbacillen ähnliche sind, wie wir sie als das Resultat der früheren Versuchsreihen bereits geschildert haben.

Obwohl die Krankheitserscheinungen uns von sehr geringem Interesse zu sein scheinen, da sie in keiner Weise irgend etwas für die in Frage stehende Krankheit Charakteristisches bieten, sondern jenen gleichen, wie sie die Einverleibung grösserer Bacillengaben überhaupt hervorrufen, so wollen wir dennoch hervorheben, dass zwei Stunden nach Vornahme des Eingriffs die Fresslust der Thiere fast gänzlich aufgehoben, dass ferner die Thiere kaum sich zu bewegen im Stande waren und mehrfach diarrhoische Entleerungen auftraten, wie auch die Sectionsprotokolle erwähnen, dass die Umgebung des Afters und die Hinterläufe mit dünnem Koth vielfach beschmutzt waren. — Temperaturmessungen sind nicht vorgenommen; ihr Werth ist bekanntlich bei Kaninchen ein nur sehr geringer und bei diesen so rasch tödtlich verlaufenden Eingriffen wären dieselben völlig bedeutungslos gewesen. Wir unterlassen es auch ferner, auf die mehr oder minder schweren Wirkungen des Giftes, auf die Zahl der gefallenen oder am Leben gebliebenen Thiere einzugehen. Ein Jeder, der unbefangen die zahlreichen Versuche der Feld- und Hausmäuse, aber auch die der Kaninchen und Meerschweinchen durchmustert, wird zu der Ansicht gelangen müssen, dass es in unserer Hand je nach der verabreichten Menge

des Typhusgiftes gelegen hat, entweder das Thier nur erkranken oder verenden zu lassen. Wir haben nicht ohne Absicht unsere Versuchsreihen, wir möchten sagen nach Minimal- und Maximaldosen angeordnet, und ebenso haben wir nicht unbeabsichtigt die genaue Dosirung der von uns verwandten Mengen, soweit dieses möglich ist, die Grösse der Platinöse u. s. w. früher angegeben. Es ist dies ein Punkt, dessen Ausserachtlassung bei bacteriologischen Arbeiten vielfach zu falschen Schlüssen führen musste und auf dessen Bedeutung wir an anderer Stelle noch näher einzugehen gedenken.

Wenden wir uns zunächst den anatomischen Veränderungen zu, welche die Typhusbacillen bei den verwandten Versuchsthieren hervorgerufen haben.

Nach der Eröffnung der Bauchhöhle war es in erster Linie die Milz, die unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nahm, da sie von E. Fränkel und Simmonds und anderen constant verändert gefunden und in allen Fällen in derselben Bacillen nachgewiesen wurden. Wir pflichten diesem Befunde bei, obgleich sowohl die Vergrösserung eine wechselnde, als auch der Bacillengehalt ein sehr verschiedener war. Es will uns in dieser Beziehung scheinen, dass bei der Einverleibung des Giftes in die Bauchhöhle diese Vergrösserung erheblicher war, als bei den Injectionen in die Blutbahn, jedenfalls war der Milztumor bei den Versuchsreihen mit Haus- und Feldmäusen verhältnissmässig stärker ausgesprochen, als bei den mit Kaninchen und Meerschweinchen. In noch erheblicherem Masse tritt die Wichtigkeit der Eintrittspforte des Krankheitsgiftes bei dem Bacillengehalt hervor. In denjenigen Fällen, in welchen die Kaninchen sowie die Meerschweinchen von der Bauchhöhle aus inficirt wurden, fanden sich im Gewebe der Milz durchgehends sehr zahlreiche Bacillen und Heerde derselben, während bei der Infection direct in die Blutbahn ihr Vorkommen meist ein sparsames war. In ähnlicher Weise verhielten sich die übrigen Abdominalorgane, die Leber, Niere, mesenteriale Drüsen und Peyer'sche Haufen, obwohl auch hier stets die Zeit berücksichtigt werden muss, innerhalb welcher das Thier verendete; je schneller es dem Eingriff erlag, um so grösser war der Gehalt der genannten Organe an Typhuskeimen. Diese eigenartige Thatsache kann in zweifacher Weise ihre Erklärung finden. Es lag einmal die Möglichkeit vor, dass innerhalb des grossen Lymphraumes, welcher durch den Peritonäalsack gebildet wird, eine Vermehrung, eine Reproduction der Typhusbacillen stattgefunden habe und durch diese Vermehrung der vermehrte Gehalt der Abdominalorgane an Bacillen bedingt sei. Wir hielten eine Zeit lang diese Erklärung für eine wahrscheinliche und gaben daher in unserer vorläufigen Mittheilung[1] die

[1] Zur ätiologischen Bedeutung der Typhusbacillen. *Centralblatt für klinische Medicin.* 1886. Nr. 37.

Vermehrung der Bacillen bis zu einem gewissen Grade bei intraperitonäaler, nicht aber bei intravenöser Injection zu. Nachdem wir indess ausgedehntere Versuche über die Reproductionsfähigkeit der Typhusbacillen im Thierkörper angestellt, müssen wir diese erste Erklärung fallen lassen und die folgende zweite für die richtige halten. Ein grosser Theil des in die Bauchhöhle gefügten Materials gelangt nach seiner Resorption in den Ductus thoracicus und von dort in das Blut und dann in die Abdominalorgane. Wäre dieser Weg aber der einzige, dann müssten Milz, Leber u. s. w. keine erheblichen Unterschiede in Bezug auf die Quantität der abgelagerten Keime aufweisen, ja dieselbe müsste bei directer Benutzung der Blutbahn eigentlich grösser sein, als bei der Benutzung des Umweges durch das Lymphgefässsystem. Nun kann man doch trotz der lebhaften Eigenbewegung der Typhusbacillen nicht daran denken, dass diese die serösen und fibrösen Häute der betreffenden Organe zu durchbrechen im Stande wären und so in das Innere der erwähnten Organe gelangten, denn dieser Weg widerstreitet allen unseren Kenntnissen von der Durchgängigkeit der Gewebe und Gefässe für die Bacillen. Es ist vielmehr zur Erklärung der erwähnten Thatsache nur möglich, dass überall auf den Flächen des Bauchfells Stomata der Lymphgefässe liegen, nicht allein, wie das unseres Wissens bewiesen ist für das Diaphragma, sondern auch an allen Organen der Bauchhöhle und dass durch diese Stomata die Typhusbacillen aufgenommen sind und so direct mit Umgehung des Blutgefässsystems in das Innere der Milz, Leber u. s. w. gelangten.

Wir haben es bei der Abschätzung der Grösse des Milztumors unterlassen, diese Vergrösserung mittelst des Centimetermasses festzustellen, da einmal dieselbe eine wechselnde war, wesentlich den Durchmesser der Breite betraf, andererseits aber die Grösse der Milz je nach der Körperentwicklung der Thiere eine zu sehr schwankende ist und daher die Masse erhebliche Differenzen gezeigt hätten. Zweifelhaft konnte es jedoch in allen Fällen nicht sein, dass der Milztumor ein frischer, ein Product der letzten Stunden oder des letzten Tages war, derselbe war wesentlich bedingt durch den grösseren Blutgehalt des Organs und von weicher Consistenz.

Da vorzugsweise die Milz sowohl in frischem, wie gehärtetem Zustand der mikroskopischen Untersuchung unterzogen ist, so erwähnen wir hier, dass in keinem einzigen der zahlreich erlegenen Thiere in der Milz die Typhusbacillen gefehlt haben; stets waren dieselben vermittelst Abstreifpräparat nachzuweisen, allerdings in sehr wechselnder Menge, „massenhaft, zahlreich, spärlich", wie dies bei Durchsicht der Protokolle ja leicht zu erkennen ist. Hauptsächlich war an diesem verschiedenen Gehalt die

jeweilig injicirte Menge der Keime schuld, aber selbst bei Injection gleicher Mengen fand ein Wechsel im Bacillengehalt statt.

Wir haben schon im Vorstehenden darauf hingewiesen, dass die Eintrittspforte des Giftes in dieser Richtung von Bedeutung ist, dass insbesondere die Einverleibung direct in die Blutbahn uns als die ungeeignetste erscheint um eine Vervielfältigung der Typhusbacillen zu ermöglichen. Es war daher auch selten nur möglich, Typhusbacillen im Blnt nachzuweisen, selbst dann, wenn die Injection erst vor kurzer Zeit erfolgt war, es müsste diese Thatsache den Anschein erwecken, dass im und durch das Blut die Bacillen vernichtet werden.[1] Anders war es bei den Injectionen in die Bauchhöhle. Wir haben es schon früher erwähnt, wie in dem Lymphsack des Peritonäums sich verhältnissmässig die Typhusbacillen am längsten erhielten Es wäre zu weit gegangen aus dieser Thatsache der offenbaren Bevorzugung des Lymphgefässsystems seitens der Bacillen auf den natürlichen Infectionsmodus beim Menschen einen sicheren Schluss zu ziehen, aber bei der Erwägung einer erfolgreichen Uebertragung wären gewiss die Wege vorzuziehen, die das Gift am längsten und innigsten mit den Mündungen der Lymphgefässe in Berührung bringen könnten, wie dieses in dem unteren Abschnitte des Ileum mit seinem reichen Lymphapparat am ausgedehntesten geschehen kann. Dass neben der Art der Infection noch weitere uns unbekannte Thatsachen für den wechselnden Gehalt der Milz an Bacillen verantwortlich zu machen sind, geht aus den ersten Versuchsreihen hervor, in welchen bei gleicher Einverleibung gleicher Mengen doch die Zahl eine verschiedene war.

Da wir in jeder Milz der verendeten Thiere Typhusbacillen leicht gefunden, so haben wir uns des Reher'schen Verfahrens,[2] welches von E. Fränkel und Simmonds und Seitz bei ihren Arbeiten des weiteren versucht und erprobt gefunden ist, nur in drei Fällen Nr. 86, 90, 91 bedient, wesentlich nur, um diese Thatsache der postmortalen Wucherung der Typhuskeime aus eigener Anschauung kennen zu lernen.

86. Niere r. und Leber enthalten sehr spärliche Bacillen. Niere l. und Leber werden in mit Sublimatlösung befeuchtetem Fliesspapier eingeschlagen und in den Brütofen bei 37° C. gestellt. Am folgenden Morgen, noch deutlicher am Nachmittag ist ein intensiver Fäulnissgeruch an den Organem vorhanden. Typhusbacillen sind nicht zu finden, wie auch die Stichculturen solche nicht, wohl aber Fäulnissorganismen zur Entwickelung kommen lassen.

---

[1] Siehe die gleichartigen Beobachtungen bei der Blut- und Roseolen-Untersuchung Typhuskranker in Carl Seitz: *Bacteriologische Studien zur Typhus-Aetiologie*. München 1886.

[2] *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie*. Bd. XX. 1885.

90. Drüsen von der Wurzel des Gekröses, desgleichen zwei Peyer'sche Haufen, welche insgesammt nur zahlreiche Bacillen enthielten, werden in Fliesspapier, welches mit 1 p. M. Sublimatlösung getränkt ist, eingeschlagen und zwischen zwei Uhrschalen in den Brütofen mit 37 ° C. Temp. gelegt. Am folgenden Morgen ist sowohl in den Gekrösdrüsen, wie Peyer'schen Haufen eine deutliche Vermehrung der Bacillen wahrnehmbar.

91. Die nur mit zahlreichen Bacillen durchsetzte Milz wird in Fliesspapier geschlagen — letzteres ist mit 1 p. M. Sublimatlösung angefeuchtet — und sodann in ein Reagirglas gegeben und in den Brütofen gesetzt. N.-M. 6 Uhr, also nach 11 stündigem Verweilen in einer Temperatur von 37 bis 38 ° C. zeigen die Streifpräparate eine ungeheure Vermehrung von Typhusbacillen, auch jetzt werden Stichculturen aus der Milz mit Erfolg angelegt.

Diese wenigen Versuche bestätigen die Angaben der Obengenannten, dass auch postmortal in den Geweben eine Weiterentwicklung der Typhusbacillen stattfinden kann. Jedenfalls verdient hiernach der Gedanke, welchen E. Fränkel und Simmonds gelegentlich dieser Beobachtung äussern, ob nicht auch bei anderen bacteriologischen Untersuchungen dieselbe Methode zur Erleichterung des Auffindens der Pilze verwerthet werden darf, Berücksichtigung. Wie weit aber die mit dem Tode beginnenden Fäulnissvorgänge insbesondere für die Abdominalorgane bei der unmittelbaren Nähe des Darms in dieser Beziehung von Bedeutung sind und jene Beobachtungen zu entwerthen vermögen, müssen wir vorläufig dahingestellt lassen, jedenfalls mahnt die Beobachtung des Falles 86 zur Vorsicht.

Die Untersuchungen der in Alkohol conservirten und gehärteten Milzen haben wir nur mit der Tinctionsflüssigkeit und in derselben Weise vorgenommen, wie sie von E. Fränkel und Simmonds in ihrer Arbeit angegeben ist. Wir können in jeder Beziehung nur das bestätigen, was diese über die Lagerung der Typhusbacillen in der Milz angegeben haben, theils fanden sich dieselben diffus in den Geweben verbreitet, theils handelte es sich um Bacillenanhäufungen. Nachdem uns Fränkel bei gelegentlichem Hiersein diese letzteren an seinen eigenen Präparaten gezeigt und auf die blauen tintenfleckenähnlichen Anhäufungen bei schwacher Vergrösserung aufmerksam gemacht hatte, gelang es uns später in unseren Fällen leicht, diesen Bildern wieder zu begegnen und sie vermittelst stärkerer Vergrösserungen als Bacillenhaufen zu erkennen.

Weniger schwankend in Bezug auf die Intensität der Vergrösserung war die Anschwellung der mesenterialen Drüsen, insbesondere jener, die in Menge an der Wurzel des Gekröses zusammenliegen. So wie bei den Mäusen, so verhielt es sich auch bei den Kaninchen und Meerschweinchen. Die mesenterialen Drüsen waren stets vergrössert, erweicht, von grauweisser bis grauröthlicher Farbe, ja in einzelnen Fällen auf dem Durchschnitt vollständig blutig durchtränkt. Es konnte bei so erheblichen Ver-

änderungen denn auch nicht fehlen, dass es auch auf der Kapsel der Lymphdrüsen zu einzelnen Blutaustretungen in das Gewebe der Kapsel in Form von frischrothen bis stecknadelkopfgrossen Ecchymosen kam. Wir haben nicht in jedem Falle die Drüsen auf ihren Gehalt an Typhusbacillen untersucht, aber es ist doch vielfach geschehen und wir haben auch in ihnen, wie in der Milz, diese Gebilde sehr häufig wiedergefunden.

Unser Urtheil über die Veränderungen der Peyer'schen Haufen war nach den ersten Versuchsreihen ein zurückhaltendes, ein nicht in jeder Beziehung bestimmtes gewesen. Die Kleinheit der Versuchsthiere, die daraus erwachsende Schwierigkeit der Untersuchung hatte zur Vorsicht gemahnt. Hier bei Kaninchen und Meerschweinchen lagen die Verhältnisse anders. Aber auch hier überzeugten wir uns zunächst an Thieren, die zu anderen Versuchen gedient hatten, über die naturgemässe Grösse dieser Gebilde und hierdurch belehrt müssen wir ebenso bestimmt, ebenso constant die Grössenzunahme der Peyer'schen Haufen nach Aufnahme der Typhusbacillen betonen. Es war leicht mit den Fingern an der noch nicht geöffneten Darmwand entlang gleitend diese vergrösserten Organe zu fühlen, die durchgehends von grau bis grauröthlichem Aussehen auf dem Durchschnitt, sowie der Oberfläche waren, sich weich anfühlten und hin und wieder kleinere Hämorrhagien zeigten. Niemals aber ist es uns gelungen, selbst bei den erheblichsten Veränderungen der mesenterialen Drüsen und Peyer'schen Haufen an diesen letzteren Geschwürsbildung, Verschorfungen wahrzunehmen, wie sie E. Fränkel und Simmonds bei drei Kaninchen gesehen haben. Es ist wohl überflüssig, hier noch besonders zu betonen, dass wir gerade dieser Veränderung unsere besondere Aufmerksamkeit zuwandten, dass wir bei jedem Versuchsthier jeden Peyer-schen Haufen daraufhin untersucht haben. Aber das Resultat war in dieser Beziehung stets ein vollständig negatives. Wir müssen gestehen, dass wir diese Veränderungen bei dem rapiden Krankheitsverlauf, bei dem Erliegen der Thiere innerhalb weniger Stunden oder höchstens ein bis zwei Tagen auch gar nicht erwarten durften; die Ausbildung selbst kleiner Typhusgeschwüre, die Abstossung der nekrotischen Partien, muss längere Zeit nothwendig erfordern.

Die weiteren Erscheinungen von Seiten des Darmcanals waren insofern stetige, als sich bei allen Versuchsthieren, Mäusen, Kaninchen wie Meerschweinchen mehr oder minder heftige katarrhalische Zustände zeigten, starke Füllung der Blutgefässe, Röthung der Schleimhaut, schleimige wässrige Ergüsse in das Innere der Dünndärme, ja in sehr heftigen Fällen auch in den Dickdärmen. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass in dieser Beziehung Duodenum und Jejunum entschieden bevorzugt waren, hier war stets der Hauptsitz der entzündlichen Erscheinungen und letztere

waren in heftigen Fällen so bedeutende, dass kleinere und grössere Partien der Mucosa im Duodenum und im Beginne des Jejunum hämorrhagisch infiltrirt waren, wie auch der Inhalt dann von braunrother Farbe war. Bisweilen waren die Inhaltsmengen so bedeutende, dass schon vor der Eröffnung der Bauchhöhle, beim Abwaschen der äusseren Haut mit Sublimatlösung der schwappende Inhalt der Gedärme durchgefühlt wurde, wie ja auch die Sectionsberichte sagen, dass die Umgebung des Afters, desgleichen die Hinterläufe mit dünnem Koth beschmutzt waren. Wünschenswerth wäre es gewesen, den Darminhalt in einer ausgedehnteren Weise bacteriologisch auf seinen etwaigen Gehalt an Typhusbacillen zu untersuchen, als dieses von uns geschehen ist. Da aber unsere Arbeit hauptsächlich andere Zwecke verfolgte, so sind wir jener Frage nur in wenigen, sehr heftig verlaufenden Fällen näher getreten, ohne dass es uns jedoch jemals gelang in den Dejectionen Typhusbacillen vermittelst des Plattenverfahrens und etwaiger Nachprüfung durch die Kartoffelcultur nachzuweisen. Diese Untersuchungen, deren Nachprüfung gewiss wünschenswerth, stimmen in ihren Resultaten mit jenen überein, die W. Wyssokowitsch[1] mit verschiedenen Bacterien, darunter auch der Bac. typhi abd. unternommen hat. Es ergaben 22 Versuche als übereinstimmendes Resultat, dass kein Uebertritt der im Blute kreisenden Bacterien in das Darmlumen stattfindet, ausser wenn Blutergüsse oder schwere Gewebsschädigungen eingetreten sind. Trotz unserer negativen Resultate und der ähnlichen von Wyssokowitsch betrachten wir diese Frage immer noch als eine offene und wir müssen dieses um so mehr thun, als der Bac. typhi abd. zu jener Gruppe von Spaltpilzen uns zu gehören scheint, die durch eigenthümliche toxische Stoffe mehr oder minder heftige entzündliche Erscheinungen auf der Darmschleimhaut mit mehrfachen Gefässläsionen und damit dem wenn auch gewiss nicht häufigen Uebertritt der Typhusbacillen in das Darmlumen hervorrufen, sobald man grössere Mengen dieser Gebilde dem Thierkörper einverleibt. Dieselben Gedanken hat übrigens Wyssokowitsch schon für den Bac. Neapolitanus, dem Bac. crassus sputic., Bac. oxytocus pernic. u. a. m. angegeben.

Eine solch ausgedehnte Untersuchung, wie sie an der Milz, den mesenterialen Drüsen, dem Darmtractus mit seinem folliculären Apparat vorgenommen ist, hat bei den übrigen Organen, speciell der Leber und Niere, nicht stattgefunden. Wir haben uns hier begnügt, diejenigen Fälle, welche durch die Heftigkeit und Ausdehnung der anatomischen Erscheinungen besonders auffallend waren, zu prüfen und unter Berücksichtigung

---

[1] W. Wyssokowitsch, Ueber die Schicksale der in's Blut injicirten Mikroorganismen im Körper der Warmblüter. *Diese Zeitschrift.* S. 3.

dieser dort gefundenen Veränderungen können wir von einer deutlichen parenchymatösen Schwellung dieser Organe nicht sprechen. Es ist ja begreiflicherweise nicht leicht an diesen Organen, die immer eine Vergrösserung erlitten zu haben schienen, festzustellen, wieviel die Hyperämie, wieviel die Veränderungen der Zellen zu dieser Volumszunahme beigetragen hatten, ebensowenig wie es möglich war, die einzelnen Leberzellen oder die Epithelien der Harncanälchen als pathologisch veränderte zu bezeichnen. Das makroskopische Aussehen der Leber und Niere liess nichts weiter als eine erhebliche Blutfülle erkennen, wie auch dieses durch die Farbe des Durchschnitts der Organe sichtlich war. Der gelblich-graue, fast anämische Farbenton der parenchymatös entzündeten Leber, sowie das gleiche Aussehen im Bezirk der gewundenen Harncanälchen, die Differenzen zwischen der Rinden- und Marksubstanz der Niere waren jedenfalls nicht vorhanden. Wir vermögen daher die Veränderungen, welche die Leber und Niere, ebenso wie die Milz, durch die Invasion der Typhusbacillen erlitten haben, nur als solche zu deuten, die durch den grösseren Reichthum an Blut in diesen Organen bedingt waren.

Neben der Betrachtung der beschriebenen Veränderungen befolgten wir denselben Gang der Untersuchung, wie wir dieses bereits bei den abductionsergebnissen der ersten Versuchsreihen besprochen haben. Aus fast allen Organen, mit Ausnahme des Centralnervensystems, aus axillaren wie inguinalen Drüsen, Milz, Leber, Niere, mesenterialen Drüsen, Peyer'schen Haufen, Lungen und Herzblut wurden Abstreifpräparate angefertigt, mit gewöhnlicher oder alkalischer Methylenblaulösung gefärbt und untersucht. Die Sectionsprotokolle ergeben die jedesmalig in dieser Richtung untersuchten Organe. Bei dieser mikroskopischen Prüfung fiel es uns alsbald auf, dass der Gehalt der einzelnen Organe an Typhusbacillen im Verhältniss zum eingeführten Material bei den intravenösen Injectionen der Kaninchen und Meerschweinchen ein äusserst geringer war. Bei den intraperitonäalen Injectionen der letztgenannten Versuchsthiere, desgleichen bei den Versuchen mit Feld- und Hausmäusen war dieser Umstand wenig oder gar nicht in den Vordergrund getreten. Bei diesen letzteren muss aber in Betracht gezogen werden, dass das verwandte Material im Verhältniss zur Grösse des Thierkörpers ein erheblicheres war, als bei Kaninchen und Meerschweinchen, es muss ferner bedacht werden, dass diese kleinen Thiere dem Eingriff viel rascher erlagen, es hatte eben der Körper die Zeit nicht mehr gehabt, das ihm zugeführte Material zu bewältigen, und endlich müssen wir auf die erwähnten günstigeren Bedingungen hinweisen, die der Lymphgefässapparat im Gegensatz zu den Organen der Blutcirculation und des Blutes selbst den Typhusbacillen bietet.

Desgleichen sind bei fast allen Obductionen Gelatine-Stichculturen

aus der Milz und irgend einem anderen Organe angefertigt, die zumeist nach wenigen Tagen das charakteristische Wachsthum der Typhusbacillen erkennen liessen. Bei der grossen diagnostischen Bedeutung der Kartoffelculturen haben wir es hier, ebensowenig wie bei den Mäusen, nicht unterlassen, hin und wieder dieses Kriterium zu verwenden und uns so von der Reinheit des von uns verwandten Materials zu überzeugen.

Als wir nach Abschluss dieser Versuche und Untersuchungen uns wiederum die Frage vorlegten, was ist durch dieselben als erwiesen zu betrachten, glaubten wir zur nachstehenden Antwort gelangen zu müssen:

1. Die Folgen der intravenösen und intraperitonäalen Injectionen von Typhusbacillen bei Kaninchen und Meerschweinchen sind verschiedene je nach der Menge des dem Thierkörper einverleibten Materials. Ist dieses letztere gering gewesen (1 bis 2 Oesen) so erkranken die Thiere auf einige Tage, waren dagegen die Mengen grössere, so verenden die Thiere rasch innerhalb weniger Stunden oder Tage.

2. Die anatomischen Veränderungen bestanden in einer mehr oder minder heftigen Enteritis, welche wesentlich ihren Sitz im Duodenum und Jejunum hatte, in einer Vergrösserung der Peyer'schen Haufen, der mesenterialen Drüsen, der Milz, Leber und Niere.

Wenn wir uns unter Berücksichtigung unserer bisherigen Untersuchungen und der daran sich schliessenden Betrachtungen und Resultate zu der Hauptfrage wenden, ist es uns gelungen, durch intraperitonäale oder intravenöse Injection von Typhusbacillenaufschwemmung dieses Krankheitsbild mit Erfolg auf die Versuchsthiere zu übertragen, so müssen wir uns zur Beantwortung dieser Hauptfrage zunächst nach den Kriterien umsehen, welche uns die erfolgreiche Uebertragung von Bacterien überhaupt beweisen.

In dieser Hinsicht war man noch bis vor wenigen Jahren der Ansicht, dass die weitgehendste Uebereinstimmung sowohl in den anatomischen Veränderungen, wie auch in den Krankheitssymptomen vorherrschen müsse. Man ist zunächst in den Anforderungen auf den letztgenannten Punkt anderer Ansicht geworden, man hat sich überzeugt, dass eine derartige Uebereinstimmung trotz der ohne Zweifel eingetretenen erfolgreichen Uebertragung sich nicht immer erzielen lässt. Unsere in den letzten Jahren experimentell gewonnenen Kenntnisse, wie insbesondere der verschiedene Verlauf der Tuberkulose bei Mensch und Thier trotz der über allen Zweifel stehenden Identität des Krankheitgiftes musste nothwendiger Weise zu einer anderen, weniger peinlichen Anschauung führen. Ge-

legentlich der letzten Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage[1] nahm denn auch Koch, dem von allen doch die grösste Kenntniss und Erfahrung in dieser Beziehung zusteht, Veranlassung, seinen Standpunkt klar zu legen. „Meiner Ansicht nach, so sagt Koch, ist es übrigens gar nicht nöthig, wenn wir an Thieren experimentiren, genau dieselben Symptome zu erhalten, wie beim Menschen. In dieser Beziehung kann ich mich fast auf alle Infectionskrankheiten berufen, die wir an Thieren experimentell erzeugen können. Der Milzbrand verläuft beim Thiere ganz anders wie beim Menschen, die Tuberkulose tritt bei keiner Thierspecies genau in derselben Weise auf, wie bei der andern; eine Phthise, wie sie der Mensch hat, können wir bei Thieren überhaupt nicht produciren, und trotzdem kann man nicht behaupten, dass diese bei den Versuchsthieren unter anderen Symptomen auftretende Krankheit keine Tuberkulose sei, nur dass die Schlüsse, die wir aus solchen Experimenten ziehen, nicht vollständig berechtigt sind. So verhält es sich auch mit der Cholera. Auch wenn es niemals gelingen sollte, die Meerschweinchen durch die Infection mit Kommabacillen zum Erbrechen und Durchfall zu bringen, so schwächt das nach meiner Auffassung auch nicht im geringsten die Beweiskraft der Versuche ab."

Dieselben Krankheiten, Tuberkulose und Milzbrand, haben aber auch in Bezug auf die genaue Uebereinstimmung des pathologisch-anatomischen Befundes weniger strenge Anforderungen zu stellen uns gelehrt und uns gezeigt, dass dasselbe Virus nicht allein bei Thier und Mensch verschiedene anatomische Veränderungen hervorzurufen vermag, sondern sogar bei derselben Species sich in verschiedener Weise äussern kann. So bewies Koch in seiner berühmten Arbeit „Die Aetiologie der Tuberkulose",[2] dass der Tuberkelbacillus beim Menschen 1. die Miliartuberkulose, 2. die Lungenphthisis, 3. die Tuberkulose verschiedener anderer Organe, 4. scrophulöse Drüsen, 5. Tuberkulose der Gelenke und Knochen, sowie 6. den Lupus zu erzeugen vermag; er wies ferner nach, dass bei dem doch mannigfach verschiedenen Auftreten der Tuberkulose des Rindes, Pferdes, Schweines, Ziege und Schafes, Huhnes, Affen, Meerschweinchen und Kaninchen immer dasselbe krankheitserzeugende Agens, der Tuberkelbacillus zu finden sei, und dass er mit diesem reingewonnenen Gifte die verschiedenen genannten anatomischen Veränderungen bei den verschiedenen Thieren hervorzurufen vermochte. Man ersieht hieraus, dass auch in Bezug auf das zweite Kriterium, den pathologisch-anatomischen Befund,

[1] Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage. (Zweites Jahr.) *Berliner klinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 37a und b.

[2] R. Koch, Die Aetiologie der Tuberkulose. *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte.* Bd. II.

eine völlig genaue Uebereinstimmung sich nicht immer erzielen lassen wird, und wie weit in dieser Beziehung die Grenzen gezogen werden können, geht aus den Worten zweier bekannter Bacteriologen, Eberth und Gaffky, hervor, die sagen, dass es sich seit der Entdeckung der Typhusbacillen in erster Linie nicht um die Identität der klinischen und anatomischen Veränderungen handelt, sondern um die Identität der Krankheitsursache, d. h. mit anderen Worten, um die Frage, ob die Typhusbacillen bei Thieren überhaupt irgend welche Krankheitsprocesse zu erzeugen im Stande sind.

Wenn somit in diesen beiden Kriterien nicht mehr so enge Grenzen gezogen sind, wenn man eine so peinliche Uebereinstimmung weder im klinischen Bilde, noch im anatomischen Befunde zu fordern berechtigt ist, so ist die Frage eine naheliegende, nach welchen Thatsachen soll der Erfolg der Uebertragung beurtheilt werden?

In erster Linie muss hier unserer Anschauung nach der Beweis erbracht werden, dass das in den Körper geführte Material sich in demselben nicht allein eine Zeit lang zu erhalten, sondern auch zu reproduciren, zu vermehren im Stande ist. Wir müssen bei dem heutigen Stande unseres Wissens von der Thätigkeit der Erreger der Infectionskrankheiten gerade auf den letzteren Punkt, „die Vermehrungsfähigkeit der Bacterien im Thierkörper“, ein besonderes Gewicht legen, und wir möchten den Begriff der Pathogenität wesentlich mit von diesem Factor abhängig machen. Die schon früher erwähnte Arbeit von Wyssokowitsch, welche gerade in dieser Beziehung zu mancher Aufklärung geführt hat, betont, dass es bei den für die Versuchsthiere pathogenen Bacterien nicht wie bei anderen nicht pathogenen Arten zu einem Absterben an den Ablagerungsstellen kommt, sondern vielmehr zu einer Vervielfältigung, die allmählich wieder zu einer reichlichen Beladung des Blutes führt. Diesem Hauptsatze gegenüber ist es gleichgültig, wenn Wyssokowitsch in dem Folgenden sagt, dass die Möglichkeit nicht ausgeschlossen wäre, dass doch in einzelnen Organen ein Untergang der im Anfang aufgenommenen Bacterien erfolgen könne und dass etwa nur an einzelnen Stellen eine Erhaltung und demnächst eine Vermehrung der Bacterien vor sich gehen könne. Für die Entscheidung unserer Frage kann es nur auf die Reproduction der Bacterien im Körper ankommen, die Frage, wo, in welchen Organen dieselbe stattfindet, interessirt erst in zweiter Linie.

Muss man diese Forderung von der Vermehrungsfähigkeit der Bacterien für den Begriff der Pathogenität als eine wesentliche zugeben, dann ist es auch naheliegend, dass wir uns bei allen Versuchen stets doch der denkbar geringsten Mengen bedienen sollen, wie auch Koch bei der

Besprechung der Uebertragbarkeit der pathogenen Mikroorganismen[1] sagt: „Auch auf die Menge des einverleibten Infectionsstoffes wird meistens viel zu wenig Gewicht gelegt. Nur wenn ganz geringe Quantitäten zur Verwendung kommen, kann die Nebenwirkung gelöster, chemisch wirkender Stoffe, die eine Intoxication anstatt der beabsichtigten Infection hervorrufen könnten, vermieden werden.“ Wir können daher alle jene Versuche, bei denen die Vermehrung im Thierkörper nicht mit Sicherheit nachgewiesen ist, nicht als beweiskräftige für eine erfolgreiche Uebertragung ansehen. Nun kann aber dieser Beweis doch nur dann geliefert werden, wenn die Menge des eingeführten Materiales wenigstens annähernd bestimmt ist. Dazu aber scheinen uns jene Versuche nicht besonders geeignet, wo ein oder mehrere Pravaz'sche Spritzen oder mehrere Theilstriche derselben von einem mehr oder minder milchig getrübten Aufgusse injicirt worden sind, zudem der Begriff der milchigen Trübung ein viel zu weiter ist und es bei der Injection solcher Mengen nicht ausbleiben kann, dass sofort andere Wirkungen und speciell die der Intoxication auftreten. Wenn man mit geringen Mengen anderer, nicht pathogener Bacterien bei kleinen Versuchsthieren arbeitet, so wird man sich von der Wichtigkeit der in Rede stehenden Forderung bald überzeugen. Wir kommen darauf noch später zurück. Man sieht dann alsbald wie die Thiere mehr oder minder erkranken, auch bei nur ein oder zwei Theilstrichen solcher milchig-getrübten Aufgüsse, wenn dieselben in's Blut oder in die Brust- oder Bauchhöhle injicirt sind, bald verenden, wie sie vielfach erhebliche Veränderungen im Magen und Darmcanal, mehr oder minder starke Gastro-Enteritiden, mit starker Betheiligung des Follikelapparates und der mesenterialen Drüsen hervorrufen, Bilder, die bei der Frage von der erfolgreichen Uebertragung von Typhus- oder Cholerabacillen, sehr wohl zu Täuschungen Veranlassung geben können. Bei allen diesen Untersuchungen wird man aber weiter dann sehen, wie diese Gebilde im Körper zu Grunde gehen, nachdem sie wesentlich in den Abdominalorganen und im Knochenmark sich abgelagert haben und gerade dieses verschiedene Verhalten der nicht pathogenen Mikroorganismen gegenüber den pathogenen muss uns stets die Mahnung nahelegen mit möglichst geringen Quantitäten unsere Versuche anzustellen. Wenn man sich auf Plattenculturen ein Bild, eine Anschauung darüber verschafft, wie unendlich viele Keime auch nur ein ganz geringer Theil eines Tropfens solcher Aufgüsse enthält, dann wird man die erörterten Bedenken für gerechtfertigt ansehen, man würde sich dann nicht mehr darüber wundern, die betreffenden

---

[1] R. Koch, Zur Untersuchung von pathogenen Organismen. *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte.* Bd. I. Berlin 1881.

Bacterien nach kurzer Zeit in solcher Zahl in den Organen wieder zu finden, sie als einen Beweis für die Vermehrung dieser Gebilde anzusehen, man würde weit eher daraus folgern, dass der Körper das ihm zugeführte Material in der kurzen Zeit noch nicht hat bewältigen können, dass die eine oder andere Art auch ohne sich zu reproduciren im Stande sei, sich auf kürzere oder längere Zeit im Körper lebensfähig zu erhalten. Auch in dieser Beziehung ist die Arbeit von Wyssokowitsch von grosser Wichtigkeit. Nach ihm sind auch bezüglich der kürzeren und längeren Erhaltungsfähigkeit der Bacterien im Körper fünf Gruppen zu unterscheiden. Von den Schimmelpilzen — erste Gruppe — und den pathogenen Bacterien — vierte Gruppe — sehen wir hier ab, die letzteren documentiren sich ja durch ihre Vermehrungsfähigkeit. Die zweite und dritte Gruppe, die Saprophyten und die für die gewöhnlichsten Versuchsthiere nicht pathogenen Bacterien Mic. tetragenus, Bac. typhosus, Spir. Cholerae asiat., Streptococcus pyog. gelangen am schnellsten und vollkommensten in den Organen zur Abscheidung. Das Blut ist zur Zeit der Section ganz oder nahezu frei von Bacterien, dagegen finden sich in Milz, Leber und Knochenmark ausserordentlich grosse Mengen. Zwischen den pathogenen Gebilden und denen der zweiten und dritten Gruppe steht die fünfte, die in grösserer Dosis toxisch wirkenden Bacterien. Hier tritt die Fixirung in Leber und Milz deutlich hervor, aber es kommt gewöhnlich nicht zu einer vollständigen Befreiung des Blutes, das bei grossen Dosen immer noch Massen von Bacterien beherbergt. Auch hier functionirt also die Einrichtung des Organismus, welche das Blut von nicht pathogenen Bacterien so prompt zu befreien vermag, offenbar nicht richtig und ausreichend und ist namentlich einer etwas grösseren Zahl derartiger Bacterien durchaus nicht gewachsen.

Unter Berücksichtigung dieser aus so exacten und mühevollen Untersuchungen gezogenen Folgerungen ist bei Einführung grösserer Bacterienmengen der Nachweis dieser Gebilde vermittelst Abstreifpräparate oder vermittelst des Plattenverfahrens oder der Stichcultur doch als nicht genügend für die erfolgreiche Uebertragung bez. die stattgehabte Vermehrung zu betrachten und schon diese Bedenken weisen darauf hin, wie beherzigenswerth Koch's Worte sind „mit möglichst geringen Mengen zu arbeiten" und das Ausgangsmaterial, die dem Körper zugeführte Menge des Genaueren zu bestimmen und anzugeben. Wir haben uns bei unseren Untersuchungen nach Möglichkeit bestrebt dieses zu thun und wenn auch unsere Angaben gewiss noch zu Zweifeln über die verwandte Menge Veranlassung geben können, so haben wir doch durch Angabe der Grösse der Platinoese, der angewandten Verdünnungen die Unsicherheiten zu vermeiden gesucht und es wird Jedem an der Hand dieser Angaben leicht

sein unsere Arbeiten und Resultate einer Prüfung zu unterwerfen. Gerade die Ausführung unserer Versuche von diesem Gesichtspunkte aus, der Beginn derselben mit, wenn wir so sagen dürfen, Minimaldosen, das allmähliche Steigen bis zur Maximaldosis hat uns zu Folgerungen geführt, die abweichend von denen E. Fränkel's und Simmonds sind und auf die wir später noch eingehen werden.

Wie sehr diese Gedanken übrigens auch von anderer Seite gewürdigt werden, bez. schon längst ausgesprochen sind, geht aus einem zwar herben, aber in der Hauptsache durchaus zutreffenden Urtheile von A. Pfeiffer[1] hervor, welches folgendermaassen lautet:

„Ich kann es mir bei dieser Gelegenheit nicht versagen, meine Ansicht über eine Art des Thierversuches darzulegen, die eigentlich jeden anderen Namen, nur nicht den eines wissenschaftlichen Experimentes verdient. Ich meine die häufig geübte Injection in die Brusthöhle von Mäusen. Ueberlegt man sich die relativen Grössenverhältnisse zwischen einer Maus und einer Pravaz'schen Spritze, wenn man bedenkt, dass das Einstechen auch der feinsten Canüle in die Brusthöhle einer Maus ungefähr dem Einbohren eines kräftigen Baumpfahles in die Brust des Menschen entsprechen würde, so ist es eigentlich wunderbar, dass, wie dieses ja bisweilen vorkommt, eine Maus diesen Eingriff überlebt. Das Einspritzen von zwei bis drei Theilstrichen des Inhaltes einer Pravaz'schen Spritze entspricht weiter ungefähr dem Eindringen von einigen Litern Flüssigkeit in die Brusthöhle eines Menschen. Doch abgesehen von der Ungeheuerlichkeit dieser Art des Versuches fehlt demselben, so wie er vom Verfasser angeordnet wurde, jeder Anspruch auf die Bezeichnung eines wissenschaftlichen Experimentes. **Die Frage, ob ein Spaltpilz sich im thierischen Körper erhalten und vermehren kann, wird unmöglich auf die Weise klargestellt werden können, dass man den Blutlauf des Versuchsthieres mit dem milchigen Aufguss einer Reincultur überschwemmt. Man hat sich nicht zu wundern, wenn man, vorausgesetzt, dass das Thier den rohen Eingriff nur ein paar Stunden überlebt, die Bacterien, die von einer so resorptionsfähigen Haut, wie es die Pleura ist, in Kurzem resorbirt werden, selbst in der Schwanzspitze der Maus wiederfindet.** Gerade Koch hat immer betont, dass man die Impfung eines Spaltpilzes nur mit den denkbar geringsten Mengen vornehmen dürfte, wenn man feststellen wolle, ob sich derselbe im Organismus halten und vermehren und hierbei eventuell pathogene Eigenschaften entwickeln könne. Und darum handelt es sich doch auch hier,

---

[1] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 44.

nicht aber darum, das Versuchsthier so schnell wie möglich in das Jenseits zu befördern. Es scheint mir auch auf der Hand zu liegen, dass die Bacterien in solchen Mengen rein mechanisch und nicht vermöge ihrer pathogenen Eigenschaften das Leben der Versuchsthiere vernichteten. Ausserdem ergiebt fast regelmässig die Section der so be- oder vielmehr misshandelten Thiere eine Verletzung der Lunge, selbst des Herzens, an welcher dieselben an und für sich gestorben wären. Ich halte es wirklich für wünschenswerth, diese Art des Thierversuches nicht mehr zu üben."

Obwohl Pfeiffer nach unserer Ansicht die mechanischen Schädigungen, die sowohl durch die Ausführung der Versuche als auch durch die Invasion der Bacillenmengen hervorgerufen werden, überschätzt, so bleibt in der Hauptsache sein Urtheil ein richtiges. Wir haben in Späterem noch Gelegenheit auf die Begutachtung der verschiedenen schädigenden Factoren zurückzukehren.

Ein zweites Kriterium von der erfolgreichen Uebertragung der in Rede stehenden Krankheitsgifte würden wir in specifischen, charakteristischen, stets wiederkehrenden anatomischen Veränderungen des Thierkörpers suchen, Veränderungen, die mit denen beim Menschen vorkommenden sich in der Hauptsache wenigstens decken und die durch ihren Sitz und die Summe ihrer Erscheinungen uns darthun, dass es sich hier um ein wenigstens ähnliches Leiden handelt. Bei solchen stetig wiederkehrenden, charakteristischen und der betreffenden Krankheit wenigstens ähnlichen Befunden könnten wir auf das erste Kriterium verzichten. Wir müssten in solchen Fällen die fehlende Vermehrungsfähigkeit, die mangelnde Disposition des Thierkörpers dadurch ersetzen, dass wir grössere Bacterienmengen dem Versuchsthier auf einmal einverleibten, indem wir so das Incubationsstadium, in welchem die Vermehrung der Pilze stattfindet, umgehen, das Thier künstlich in einen Zustand versetzen, in dem es sich beim Beginn des zweiten Stadiums, dem der Invasion befinden würde. Würden nun durch solche Experimente im Thierkörper pathologisch-anatomische Bilder erzeugt, die denen beim Menschen gleichen oder doch nahestehen, so müsste man den Beweis der erfolgreichen Uebertragung auch ohne Reproductionsfähigkeit als erbracht ansehen.

Es lässt sich aber nicht leugnen, dass der Benutzung dieses Weges gewichtige Bedenken entgegenstehen, auf die das erwähnte A. Pfeiffer'sche Gutachten schon aufmerksam gemacht hat. Es wäre auf die schädigenden Wirkungen Bedacht zu nehmen, welche durch die grosse Menge der Pilze plötzlich im Gefässsystem erzeugt werden, indem sie dieses mechanisch verlegen, insbesondere aber wären die anatomischen Veränderungen, welche auf solche rasche Art der Einverleibung durch massenhafte Bacillenüberschwemmung entstanden, mit Vorsicht aufzunehmen.

da unsere Kenntnisse von den Wirkungen vieler Bacterien noch so unvollkommene sind, so lange wir nicht wissen, ob nicht eine Reihe anderer dieser Gebilde und sogar derjenigen, die wir bis heute als gänzlich unschädliche für den thierischen Organismus betrachten, ähnliche Erscheinungen hervorzurufen im Stande sind. Wir werden in dieser Beziehung noch ausführen, dass einige der von uns in ihren Wirkungen näher studirten Gebilde und zwar solcher, die überall im Wasser und Boden vorzukommen pflegen, in bestimmten Mengen in den Körper gebracht, ähnliche schädliche Wirkungen zu erzeugen im Stande sind, wie die Typhusbacillen. Die Klippe in diesen so schwierig zu entscheidenden Fragen liegt unseres Erachtens nach in den heutigen noch unvollkommenen Kenntnissen von dem histologischen Wirkungseffect, der Biologie, dem Stoffwechsel, den Ausscheidungsproducten der Bacterien. Wir müssen nach unseren später anzuführenden Untersuchungen annehmen, dass viele auch nicht pathogene Bacterien, wenn sie in Menge in einen Thierkörper auf den hier besprochenen Wegen gebracht werden, nicht allein durch die mechanischen Störungen, sondern wesentlich durch ihre Ausscheidungsproducte diesen zu tödten vermögen. Will man das Wort „pathogen“ in dem weiten Sinne aufgefasst wissen, dass die Bacterien auch in grossen Mengen überhaupt irgendwelche Krankheitsprocesse hervorzurufen bei den Thieren im Stande sind, dann könnte man schliesslich viele Bacterien, gewiss aber die von uns näher geprüften, anerkannt unschuldige Boden- und Wasserbewohner, auch pathogene nennen, was sie in der That doch nicht sind, denn sie gelangen mit der Nahrung, mit dem Wasser des öfteren in Menge ohne jegliche schädigende Wirkung in unseren Körper.

Diese letzten Gedanken aber legen uns andererseits auch wieder die Verpflichtung auf, die unseren Kenntnissen nach wahrscheinlich natürlichen Wege der Infection in erster Linie bei der Uebertragung eines Krankeitsgiftes zu befolgen und die Bedeutung der natürlichen Infectionspforten nicht so nebensächlich zu behandeln, wie dieses heutigen Tages bei unseren Arbeiten geschieht. Auch in dieser Beziehung sind unsere Controlversuche lehrreich, sie sprechen deutlich dafür, dass gewisse Pilze direct in die Blutbahn oder in die Bauch- wie Brusthöhle in Menge gebracht tödtlich zu wirken vermögen, Wirkungen, die nimmer eintreten, wenn sie auch in gleicher Menge mit Wasser und Nahrung in den Körper gelangt sind. Auch in dieser Beziehung hat Koch schon vor Jahren zur Vorsicht gemahnt in der früher erwähnten Arbeit „Zur Untersuchung von pathogenen Organismen“ und dort erwähnt, wie eine Impfung unter Umständen auch bei Verwendung desselben Materiales eine ganz andere Wirkung haben kann, als eine subcutane Injection, wie aus dem Beispiel der Bacillen des malignen Oedems (der sogen. Vibrions septiques) hervor-

geht. Die verschiedenen Arten der Uebertragung von Infectionsstoffen sind durchaus nicht in ihrem Effect gleichartig.

Wir wollen aber diese Gedanken, die uns zu weit von unserem Thema entfernen, nicht weiter ausführen; wir haben auf die beiden Kriterien, nach denen die erfolgreiche Uebertragung zu beurtheilen ist, aufmerksam machen wollen und hinzuweisen uns bemüht auf jene zwei wichtigen Factoren, die schon vor Jahren Koch als mitbestimmend hervorhob, auf die Menge des einzuverleibenden Materiales und auf die Wege, vermittelst welcher wir das krankheitserregende Agens in den Körper führen.

Wenn wir an der Hand dieser Kriterien unsere Infectionsversuche mit Typhusbacillen an Mäusen, Kaninchen und Meerschweinchen und die durch dieselben gewonnenen Resultate betrachten, so würden wir uns zunächst die Frage vorzulegen haben, „hat sich der Bacillus typhosus in dem Körper der drei genannten Thierarten nach intravenöser oder intraperitonäaler Injection vermehrt?"

Wir waren im Beginn unserer Versuche, die wir an Feld- und Hausmäusen anstellten, in dieser Beziehung zweifelhaft. Wir hatten zunächst diese Versuche in der Weise vorgenommen, dass wir uns eine wässerige Typhusbacillen-Aufschwemmung unbestimmten Gehaltes von leicht milchigem Aussehen bereiteten und nun von dieser Mischung den Versuchsthieren 1—2—3 Theilstriche oder $^1/_2$—1 Pravaz'sche Spritze in die Bauchhöhle injicirten. Die Resultate dieser Versuche waren was die Krankheitserscheinungen sowie die Sectionsbefunde betraf, dieselben, wie bei den späteren Untersuchungen. Aber es musste bei diesen ersten Versuchen schon auffallen, dass mehrfach die Menge der Bacillen in den vorzugsweise untersuchten Organen wie Milz, Leber und Niere um so geringer war, je später das Thier dem Eingriff erlag. Wir mussten uns desgleichen bei diesen Versuchen, welche eine genauere Bestimmung der Menge des einverleibten Materials ausser Acht liess, überzeugen, dass der Procentsatz der Genesenden wesentlich abhing von der Entwickelung, der Grösse der Thiere und vor allen Dingen von der Zahl der jeweilig eingespritzten Theilstriche der Pravaz'schen Spritze. Diese Beobachtungen, welche mit dem Verhalten pathogener Bacterien nicht in Einklang zu bringen waren, erregten in uns die ersten Zweifel von der Reproductionsfähigkeit der Typhusbacillen bei den Mäusen. Wir haben diese ersten Untersuchungen, welche an etwa 30 Mäusen vorgenommen, in diese Arbeit nicht mit aufgenommen, um die Zahl der Versuche nicht unnütz zu erhöhen. Diese Zweifel aber führten dazu bei den weiteren Versuchen unsere Aufmerksamkeit in erster Linie auf die Quantität der einzuverleibenden Bacillen zu richten. Wir bedienten uns, wie schon erwähnt, eines Cubikcentimeters sterilisirten, destillirten Wassers, in welchem eine Platinoese von der früher

des Genaueren angegebenen Grösse mit Typhusbacillen glatt gefüllt aufgeschwemmt wurde. Von dieser Aufschwemmung wurden nun die Verdünnungen dargestellt, indem 1—2—3 u. s. w. Tropfen dieser Originalmischung wieder mit 1 ^{ccm} Aq. vermischt wurde. Um nun ein in etwas übersichtliches Bild von der Zahl der in den Verdünnungen enthaltenen Keime zu gewinnen, haben wir zu wiederholten Malen die stärksten dieser Verdünnungen also 1—2—3 Tropfen Originalmischung mit flüssiger Gelatine vermischt, auf Platten ausgegossen, und versucht uns über die Zahl der Keime zu orientiren. Wir überzeugten uns aber bald, dass es sich hier selbst bei diesen Graden der Verdünnung um solche Bacillenmengen handelte, dass an ein Isoliren derselben bez. Zählen nicht zu denken war. Aus dieser Veranlassung stellten wir noch eine weitere Verdünnung von $^1/_{20}$ Tropfen — siehe die erste Versuchsreihe — dar und breiteten auch diese wiederholt auf Platten aus. Auch hier war ein genaues Zählen der einzelnen Keime nicht möglich, wohl aber ein etwaiges Abschätzen durch Zählung einzelner Quadratfelder des Zählapparates. Immerhin handelte es sich hier um mehrere Tausende von Keimen. Ganz gleichmässig fielen diese Abschätzungen nicht aus, da es nicht immer gelungen war alle Colonieenverbände zu lösen, aber durchschnittlich betrug deren Zahl doch zwischen 5—10,000. Durchgehends zeigte die Besichtigung der Platten vermittelst schwacher Vergrösserung eine Isolirung der Keime bei dieser erheblichen Verdünnung der Originalmischung. Eine Trübung des Wassers war bei den höheren Graden der Verdünnungen nicht zu bemerken, aber bei 2—3 Tropfen Mischungen traten dieselben bereits auf und gaben der Aufschwemmung ein ganz leichtes milchiges Aussehen. Mit diesen verschiedenfachen Verdünnungen begannen wir die intraperitonäalen Injectionen an 80 Mäusen, wie wir sie des Früheren tabellarisch aufgeführt haben. Es ergab sich dort in den acht angegebenen Versuchsreihen in der deutlichsten Weise, dass der wesentlich den Ausschlag gebende Factor die Menge der Typhusbacillen war.

Die	erste	Versuchsreihe	mit	$^1/_{20}$	gtt.	liess	0	der	10	Thiere	verenden.
„	zweite	„	„	1	„	„	1	„	„	„	„
„	dritte	„	„	2	„	„	6	„	„	„	„
„	vierte	„	„	3	„	„	5	„	„	„	„
„	fünfte	„	„	4	„	„	7	„	„	„	„
„	sechste	„	„	5	„	„	7	„	„	„	„
„	siebente	„	„	10	„	„	10	„	„	„	„
„	achte	„	„	20	„	„	10	„	„	„	„

Dies waren solch auffallende Resultate, die mit dem Verhalten pathogener Bacterien gar nicht in Einklang zu bringen waren, die allein auf

die Menge des einverleibten Materials als den Erfolg bedingend hinwiesen, dass unsere Zweifel nothwendigerweise an Boden gewinnen mussten. Diese aber wurden noch mehr bestärkt, als wir unsere Versuche an Kaninchen und Meerschweinchen nach denselben Gesichtspunkten anordneten, mit kleineren Dosen begannen und aufwärts stiegen bis zu solchen Gaben, denen die Thiere ausnahmslos erliegen mussten. Das Nähere hierüber ergeben die früher geschilderten Versuche an Kaninchen und Meerschweinchen. Da nun durchweg die Kaninchen um mehrere Stunden den Eingriff länger überlebten, als die Mäuse, so trat hier der Untergang der Bacillen, ihre Beseitigung durch den Körper, ihr spärliches, vereinzeltes Auffinden so sehr in Erscheinung, dass wir uns fast stets die Frage vorzulegen hatten, wo ist das eingeführte Material geblieben, das oft in solch enormen Mengen in die Ohrvene oder Bauchhöhle gespritzt war. Es kann uns wohl nicht entgegengehalten werden, dass etwa durch die mangelhafte Aufnahme des Farbstoffes die Typhusbacillen nicht aufzufinden gewesen wären, denn der Nachweis war in den Fällen, wo sie deutlich vorhanden waren, ein einfacher und sicherer. Zudem waren in allen Körpern, die dem Eingriffe erlegen, Typhusbacillen aufzufinden, Abstreifpräparate wiesen dieselben deutlich nach, aber durchweg war ihre Zahl so gering, dass wir in Anbetracht der eingespritzten Quantität gar nicht an eine Reproduction denken konnten, sondern uns stets veranlasst sahen, die erhebliche Fähigkeit des Körpers in der Bewältigung, der Beseitigung des Materials innerhalb der wenigen Stunden oder ein bis zwei Tagen zu bewundern. Wir haben den Nachweis der Bacillen durch das Plattenverfahren unterlassen; wir hatten die Keime ja in jedem Falle, wenn auch sehr spärlich solchen Mengen des eingespritzten Materials gegenüber, gefunden. Genug, das einzig Auffallende bei all den Sectionen war nicht das Vorhandensein der Bacillen, aus dem nicht im entferntesten auf die erfolgreiche Uebertragung geschlossen werden kann, sondern ihr so spärliches Vorhandensein, ein Umstand, der gar nicht anders gedeutet werden konnte, als dass es dem Körper in der That gelungen war die Bacillenmengen grösstentheils zu bewältigen, sie im Blut und an den Ablagerungsstellen zu Grunde gehen zu lassen.

Wir haben schon früher auf die Unterschiede hingewiesen, die in dieser Beziehung bestanden zwischen der intravenösen und intraperitonäalen Einverleibung. Bei der ersteren Art musste schon im Blut der Untergang der Bacillen in massenhafter Weise stattgefunden haben, während bei der zweiten die Zahl der in den einzelnen Organen aufgefundenen Gebilde viel grösser war, sowie auch dieselben sich im Lymphsack des Bauchfells länger lebensfähig erwiesen. Dieser Umstand liess es uns im Anfang möglich erscheinen, dass in den Lymphbahnen allenfalls eine beschränkte Vermehrungsfähigkeit stattfinden könne. Es führten uns diese anfangs

gehegten Zweifel dazu in unserer vorläufigen Mittheilung eine geringgradige Vermehrungsfähigkeit bei intraperitonäaler Injection für möglich zu halten. Heute, nachdem wir diese Frage eingehender verfolgt haben, müssen wir auch diese Möglichkeit bestreiten, wir müssen in Anbetracht der nachher zu nennenden Versuche sagen, „der Typhusbacillus vermehrt sich im Körper der Haus- und Feldmäuse, der Kaninchen wie Meerschweinchen bei intraperitonäaler und intravenöser Injection nicht, er geht im Gegentheil sehr rasch in dem Körper der genannten Versuchsthiere zu Grunde. In dieser Ueberzeugung sind wir bestärkt durch die Resultate, die Wyssokowitsch in der des öfteren genannten Arbeit wiedergegeben hat. Ihm gelang es nicht bei einem 24 Stunden nach der Injection getödteten Kaninchen in Milz und Leber, den Hauptablagerungsstätten der Bacillen, Typhuskeime aufzufinden, wohl aber bei einem zweiten, welches jedoch schon nach 18 Stunden nach der Injection getödtet wurde. Hier ergaben stecknadelkopf- bis linsengrosse Organtheile, die zerdrückt in ein Röhrchen mit verflüssigter Gelatine gegeben und dann auf Platten aufgegossen waren, in der Milz 242, Leber 12, Knochenmark 200, Herzblut 0 Keime. Auf Grund seiner Versuche gelangte denn auch Wyssokowitsch zu der Ueberzeugung, dass die Typhusbacillen bald in Leber und Milz und anderen Organen fixirt werden, dass die Mehrzahl sich im Innern von Capillaren, ein Theil in Endothelzellen, einige auch in Zellen des interstitiellen Bindegewebes sich finden; dass sie aber auch an diesen Ablagerungsstellen grösstentheils zu Grunde gehen. Desgleichen ist v. Fodor bei seinen Versuchen mittelst Injection von Bac. typhi abd. in das Blut von Kaninchen zu der Anschauung gelangt, dass die Typhusbacillen in kurzer Zeit aus demselben verschwinden.

Trotzdem nach diesen Thatsachen die Reproductionsfähigkeit des Typhusgiftes bei diesen Versuchsthieren und bei Einverleibung auf diesen Wegen als nicht möglich erscheinen konnte, haben wir dennoch weitere Untersuchungen dieser Frage für wünschenswerth erachtet und sind folgendermassen verfahren:

Zunächst wurde eine grössere Reihe von Mäusen mit den Minimalgaben von $^1/_{20}$ gtt. intraperitonäal behandelt, um dem doch immerhin möglichen Einwande, dass es bei der Versuchsreihe I vielleicht an disponirten Thieren gefehlt habe, zu begegnen. Aus diesem Grunde haben wir noch 25 Thieren, theils Feld-, theils Hausmäusen die genannte Gabe in die Bauchhöhle gespritzt, ohne jedoch ein anderes Resultat zu erreichen, wie das früher angegebene. Auch irgendwie auffallende Krankheitserscheinungen sind bei den Thieren nicht bemerkt worden. Wie wir vorhin bemerkt haben, war unter Zuhülfenahme des Plattenverfahrens festgestellt,

dass die Zahl der Typhusbacillen in $^1/_{20}$ gtt. etwa 5—10,000 betrug. Bedenkt man nun, wie rasch diese Gebilde in den Lymph- und Blutstrom und in die Abdominalorgane u. s. w. gelangen, so musste bei einzelnen dieser 35 Thiere eine Vermehrung dieser Keime doch eingetreten sein, falls diese Thiergattung dem Typhusgift einen disponirten Boden zu geben im Stande wäre. Findet aber bei diesen 5—10,000 Keimen eine Reproduction nicht statt, so musste derselbe Schluss auch für die höheren Gaben gerechtfertigt erscheinen, ein Schluss, der in den Versuchsreihen II, III u. s. w. resp. deren bacteriologischen Befunden seine Bestätigung gefunden hat.

Wir haben des weiteren aber, um mit möglichster Sicherheit das Schicksal der Typhusbacillen im Körper verfolgen zu können, folgende Untersuchungen angestellt:

Am 9. September V.-M. 7 Uhr wird fünf Hausmäusen je $^1/_{20}$ gtt. in die Bauchhöhle injicirt. In Abständen von einigen Stunden werden die Thiere getödtet, die etwaigen Organveränderungen festgestellt und sodann die Milz mit zwei sterilisirten Pincetten aus ihrer Umgebung losgelöst und auf Filtrirpapier gelegt, welches vorher mit 1 p. m. Sublimat-

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Ergebniss der Plattenuntersuchung.
98	Hausmaus	9. 9. V.-M. 7 Uhr 9. 9. „ 10 Uhr desgl.	Ganz unerhebliche Vergrösserung d. Milz, keine Erscheinungen von Seiten des Darms.	Im Streifpräparat d. Milz finden sich sehr wenig Bacillen, in einzelnen Gesichtsfeldern gar keine, in andern hin und wieder einzelne.	Die Besichtigung der Plattenculturen findet nach vier Tagen statt, diese ergiebt nur in der Milzpulpe von 98 einige (4) Keime, während bei 99, 100, 101 u. 102 keine zu finden sind. In der aus dem Herzblut stammenden Platte finden sich bei 98, 99, 100 u. 101 wenige (2—3) Keime, nur 102 ergiebt auch in dieser Beziehung ein negatives Resultat.
99	„	9. 9. V.-M. 7 Uhr 9. 9. N.-M. 1 Uhr desgl.	Eine Veränderung ist in keinem Organ wahrnehmbar.	Im Streifpräparat d. Milz fehlen in den meisten Gesichtsfeldern die Bacillen, nur selten finden sich einzelne.	
100	„	9. 9. V.-M. 7 Uhr 9. 9. N.-M. 4 Uhr desgl.	Wie Nr. 99.	Im Streifpräparat d. Milz, Leber und Niere sind keine Bacillen zu finden.	
101	„	9. 9. V.-M. 7 Uhr 10. 9. V.-M. 7 Uhr desgl.	Milz leicht vergrössert, keine Erscheinungen von Seit. d. Darms.	Wie Nr. 100.	
102	„	9. 9. V.-M. 7 Uhr 11. 9. V.-M. 7 Uhr desgl.	Wie Nr. 99.	„	

lösung angefeuchtet worden ist. Mit vorher geglühtem Messer wird nun die Milz der Länge nach durchschnitten und eine Platinoese Milzpulpe mit flüssiger Gelatine vermischt auf Platten ausgegossen. Sodann wird die Milz oder Leber oder Niere auf ihren etwaigen Bacillengehalt vermittelst Abstreifpräparat untersucht. Sodann wird die bis dahin geschlossene Bauchhöhle geöffnet, das Herz an der Spitze etwas vorgezogen, mit vorher geglühtem Messer der rechte Vorhof incidirt und aus demselben eine Platinoese Herzblut entnommen. welches wiederum mit Gelatine vermischt auf Platten ausgegossen wird.

Diese Versuche haben vorstehende Resultate ergeben.

Obwohl schon diese Versuchsreihe für die Nichtvermehrungsfähigkeit der Typhusbacillen beweisend war, so erschien uns dennoch die Einverleibung einer grösseren Gabe für wünschenswerth, um die Abnahme, das Zugrundegehen der Gebilde deutlicher zu demonstriren. Es wird daher am 13. in derselben Weise fünf Hausmäusen 1 gtt. eingespritzt. Grössere Gaben erschienen unrathsam, da die Thiere sonst leicht innerhalb der Versuchszeit dem Eingriff erliegen konnten, wie Versuchsreihe II. u. s. w. zeigten.

Nr.	Versuchsthier	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Ergebniss der Plattenuntersuchung.
103	Hausmaus	13. 9. V.-M. 7 Uhr 13. 9. V.-M. 9 Uhr desgl.	Milz nicht vergrössert, keine Darmveränderungen.	Streifpräparate aus der Milz ergeben in jedem Gesichtsfelde 3—4 Keime. In d. peritonäalen Flüssigkeit viele Keime.	Auf der Milzplatte haben sich mehrere Keime zu Typhusbacillen entwickelt. Im Herzblut keine.
104	„	13. 9. V.-M. 7 Uhr 13. 9. „ 12 Uhr desgl.	Milz vergröss., keine Darmveränderung.	In der Milz sind wenig Keime, 1—2 im Gesichtsfelde, aber nicht in jedem. In der peritonäalen Flüssigkeit aber noch mehrere.	Auf der Milzplatte haben sich einige Typhuskeime entwickelt. Platte von Herzblut durch mehrere Schimmelpilze verunreinigt.
105	„	13. 9. V.-M. 7 Uhr 13. 9. N.-M. 3 Uhr desgl.	Milz deutlich vergrössert, Darm geröthet mit etwas schleimig-wässerigem Erguss.	In der Milz sind hin und wieder Bacillen zu finden, nicht in jedem Gesichtsfelde, mehrere noch in der peritonäalen Flüssigkeit.	Einzelne Typhusculturen auf der Milzplatte, desgl. auf der mit Herzblut besäten Platte.

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductions-befund.	Bacteriologischer Befund.	Ergebniss der Platten-untersuchung.
106	Hausmaus	13. 9. V.-M. 7 Uhr 14. 9. V.-M. 7 Uhr desgl.	Milz nicht vergrössert, keine Darm-erscheinungen	In der Milz wie mesent. Drüsen sind keine Bacillen zu finden.	Beide Platten ergeben keine Typhuskeime.
107	kleine Hausmaus	13. 9. V.-M. 7 Uhr wird am 14. 9. V.-M. 6½ Uhr todt gefunden. Section 7 Uhr.	Wie Nr. 106.	In Milz wie mes. Drüsen sind kein. Typhusbacillen.	Wie Nr. 106.

Auch diese Versuche ergeben die Abnahme der Bacillen im Körper, wie dieses schon aus den Streifpräparaten ersichtlich ist. Die Plattenculturen ergaben in deutlicher Weise dasselbe Resultat. Der Tod des kleinen Thieres (107) kann wohl nicht auf die Injection geschoben werden, da keinerlei Veränderungen an Milz und Darm zu finden, zudem der bacteriologische Befund gleich 0 war. Dem Plattenverfahren, welches wir als besonders beweisend für die Abnahme der Bacillenzahe schätzten, können wir einen hohen Werth bei diesen kleinen Zahlen nicht beimessen, da einmal die entnommene Platinoese Milzpulpa nicht in allen Fällen gleich gross war, andererseits die Vertheilung in der Gelatine nicht stets gleichmässig gelingen wollte. Aehnlich verhielt es sich bisweilen mit der Platinoese Herzblut. Sollten daher genaue Zahlenangaben für die Abnahme der Keime im Körper sprechen, so erschien es räthlicher grössere Gaben, massenhaftere Typhusbacillen einzuspritzen. Dazu aber waren dann auch grössere Thiere nothwendig. Dass hierbei bessere Resultate zu erzielen, ergaben die Untersuchungen von Wyssokowitsch. Dieser war in der Weise verfahren, dass er Hunde oder Kaninchen bestimmte Zeit nach der intravenösen Injection tödtete. Sofort nach dem Tode wurde die Haut des Bauches mit Sublimat und dann mit Alkohol und dann mit Wasser abgewaschen, mit sterilisirten Instrumenten die Bauchhöhle geöffnet, mit frisch geglühtem Messer ein Einschnitt in die hervorgezogene Leber gemacht und aus dem so frei gelegten Innern des Organs mit einem zweiten Messer oder mit einer Scheere eine stecknadelkopfgrosse bis linsengrosse Menge Substanz herausgenommen, zerdrückt und in ein Röhrchen mit verflüssigter Gelatine gebracht u. s. w. In dieser Weise hatte, wie schon früher angeführt, Wyssokowitsch nachgewiesen, dass der Typusbacillus bei einem nach 24 Stunden getödteten Kaninchen nicht mehr nachzuweisen war, wohl aber noch nach 18 Stunden, in welch' letzterem Falle er in der Milz 242, Leber 12, Knochenmark 200, Herzblut 0 Keime fand.

Wir gingen bei fünf Kaninchen denselben Gang. Aus den früheren Versuchen hatten wir gesehen, dass bei der intravenösen Injection von zwei Oesen Typhusbacillen die Thiere zwar deutlich erkrankten, aber doch genasen, während bei drei und mehr Oesen die Thiere in 1 bis $1^1/_2$ Tag oder sogar innerhalb weniger Stunden verendeten. Um in diesen Versuchen die möglichst grösste Gabe den Thieren einzuverleiben, ohne sie jedoch zu tödten, spritzten wir am 14. September fünf Thieren zwei Oesen voll Typhusbacillen in wässeriger Aufschwemmung in die Ohrvene, Gaben, deren Keimzahl gewiss Millionen betrug. Die Thiere wurden in Abständen von zwölf Stunden durch Genickstich getödtet. Da das Zerdrücken der entnommenen Milz- oder Leberstücke Schwierigkeiten machte und unter diesem Zeitverlust die Reinheit der Culturen leiden musste, die Stückchen sich schlecht in der Gelatine lösten, so entnahmen wir bei jeder Probe fünf Platinoesen Milz- und Lebersubstanz und Blut und suchten diese nach Möglichkeit durch Schütteln zur Lösung zu bringen.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection und Tödtung.	Ergebniss der Plattenculturen.
108	Kaninchen	14. 9. V.-M. 7 Uhr 14. 9. N.-M. 7 Uhr	Das Thier ist schwer erkrankt, bewegt sich nicht, frisst nicht. Tod durch Genickstich. In der aus fünf Oesen hergestellten Plattencultur fanden sich in der Milz 168 Keime, desgl. Leber 92 „ „ Blut 0 „
109	„	14. 9. V.-M. 7 Uhr 15. 9. V.-M. 7 Uhr	Verhalten dieses Thieres wie Nr. 108. Milz 28 Keime. Leber 0 „ Blut 0 „
110	„	14. 9. V.-M. 7 Uhr 15. 9. N.-M. 7 Uhr	Am Thier ist jetzt nach Ablauf von 36 Stunden wenig Krankhaftes zu bemerken, es frisst gierig, bewegt sich. Milz 0 Keime, Leber 9 „ Blut 0 „
111	„	14. 9. V.-M. 7 Uhr 16. 9. V.-M. 7 Uhr	Verhalten des Thieres vie Nr. 110. Milz 12 Keime, Leber 0 „ Blut 0 „
112	„	14. 9. V.-M. 7 Uhr 16. 9. N.-M. 7 Uhr	Verhalten des Thieres wie Nr. 110. Milz 0 Keime. Leber 0 „ Blut 0 „

Ueberblicken wir unsere bisherigen Untersuchungen, soweit dieselben auf die Vermehrungsfähigkeit der Typhusbacillen im Thierkörper Bezug haben, so haben dieselben ergeben, dass die Sectionsbefunde in bacterio-

logischer Beziehung nachweisen, dass je länger das Thier dem Eingriff zu widerstehen vermochte, um so geringer die Zahl der in den Organen aufgefundenen Bacillen war, dass ferner trotz zahlreicher Versuche kleinere Gaben wie $^1/_{20}$ bis 1 gtt. fast völlig reactionslos verliefen, dass endlich die letzterwähnten Versuche zeigten, dass der Bacillus typhosus rasch in den Organen sich abscheidet und dort in wenigen Tagen gänzlich verschwindet. Wir müssen daher schliessen, dass die Typhusbacillen bei Mäusen, Kaninchen und Meerschweinchen, wenn sie auf intravenösem oder intraperitonäalem Wege in den Körper gebracht sind, dort nicht zur Vermehrung gelangen können, sondern rasch aus dem Blute verschwinden, sich in den verschiedenen Organen Milz, Leber, Niere, follikulärem Apparat des Darms, mesenterialen Drüsen, Knochenmark u. s. w. zunächst ablagern, dort aber auch innerhalb weniger Tage zu Grunde gehen. Wir haben mithin das erste Kriterium der erfolgreichen Uebertragung der Typhusbacillen auf die genannten Thierarten und auf den genannten Wegen nicht erbringen können.

Die von E. Fränkel und Simmonds neuerdings[1] betonten Hinweise auf S. 61 Kan. 30 und S. 38 Kan. IV ihrer bekannten Arbeit, welche die Reproductionsfähigkeit des Bac. typhosus im Körper der Kaninchen darthun sollen, können wir nicht als beweiskräftig ansehen. Im ersteren Falle fanden sich am sechsten Tage post infectionem in der Milz mit Hülfe des Plattenverfahrens noch Typhusbacillen, im letzteren noch am vierten Tage. Unseres Erachtens nach sprechen doch diese Befunde nur dafür, dass es hin und wieder auch am vierten bis sechsten Tage noch gelingt Typhusbacillen nachzuweisen, keineswegs aber für eine stattgehabte Vermehrung. Unsere Kenntnisse von der Lebensdauer der verschiedenen Bacterien im Thierkörper sind wenigstens bis zur Stunde noch nicht derart gefördert, um allein aus einer vier- bis sechstägigen Erhaltungsfähigkeit die Pathogenität folgern zu dürfen. Wir sind der Ansicht, dass auch entschieden nicht pathogene Bacterien in dieser Beziehung sich verschieden verhalten, wie auch dieses Wyssokowitsch nachgewiesen hat.

Wenn wir uns dem zweitgenannten Kriterium zuwenden und uns die Frage vorlegen: Ist es gelungen durch intraperitonäale oder intravenöse Einverleibung von Typhusbacillen in grösserer Menge dieses Krankheitsbild oder doch dem ähnliche anatomische Veränderungen bei den Versuchsthieren hervorzurufen, so erscheint es zunächst geboten in Kürze auf die Sectionsergebnisse und die dort constatirten Organveränderungen einzugehen.

---

[1] *Centralblatt für klinische Medicin.* 1886. Nr. 39.

Dasjenige Organ, welches in der Mehrzahl der Fälle eine deutliche Veränderung, eine Grössenzunahme zeigte, war die Milz und wir haben schon früher darauf hingewiesen, dass durchschnittlich dieser frische durch reichlichere Blutzufuhr wohl wesentlich bedingte Milztumor in Abhängigkeit stand von der Zahl der eingewanderten Bacillen und dass daher derselbe bei der intraperitonäalen Injection stetiger und in erheblicherem Maasse vorhanden war, als bei der intravenösen. Wir kennen bis heute mit Ausnahme der nicht häufigen markigen Infiltration der Malpighi'schen Körperchen keine histologischen Veränderungen, die wesentlich oder allein dem typhösen Milztumor eigen wären und in Anbetracht deren es uns möglich wäre diesen von frischen Milzvergrösserungen bei anderen Krankheiten zu unterscheiden und das einzige Merkmal ist eben nur gegeben in dem Nachweis der Typhusbacillen. Soweit daher makro- wie mikroskopisch ein Entscheid geliefert werden konnte, war eine Uebereinstimmung des typhösen mit dem experimentell erzeugten Milztumor vorhanden.

Anders aber lagen die Verhältnisse im Darmcanal, dem hauptsächlichsten Sitz des typhösen Processes. Stets handelt es sich doch hier, was die genaue Localisirung der anatomischen Veränderungen betrifft, um solche im Ileum und so constant sind dieselben hier zu finden, dass die ganze Krankheit hiernach ihre anatomische Benennung erhalten hat „Ileotyphus". Das musste in erster Linie auffallend sein, dass die experimentell erzeugten Zustände im Verdauungstractus eine andere Localisirung gefunden hatten, dass hier wesentlich betroffen waren das Duodenum und Jejunum und dass nur bei sehr hochgradigen Veränderungen, bei Einverleibung sehr grosser Bacillengaben sich dieselben auch fortsetzten bis in Ileum und Colon. Dieser verschiedenen Localisirung müssen wir aber ein um so grösseres Gewicht beilegen, da es viele Bacterien giebt, die in grösserer Menge applicirt bei den Versuchsthieren ähnliche oder dieselben Veränderungen am Duodenum und Jejunum hervorzurufen im Stande sind — siehe Wyssokowitsch 5. Gruppe S. 11.

Was diese Veränderungen, wie sie das Thierexperiment hervorgerufen, nun selbst betrifft, so bestanden dieselben im Wesentlichen in einer mehr oder minder starken Entzündung der ganzen Darmwand, einer erheblichen Blutfülle mit mehrfach stark ausgesprochenen Blutergüssen in das Gewebe der Mucosa, einer oedematösen Durchtränkung der Darmwand und schleimig-wässerigen, bisweilen hämorrhagischen Ergüssen in das Darmlumen, Erscheinungen, die, wie erwähnt, sich vorzugsweise zeigten in der oberen, nicht der unteren Hälfte der Dünndärme. Diejenigen anatomischen Substrate aber, die dem Typhusprocess sein eigenartiges Gepräge geben, die markige Infiltration der Peyer'schen Haufen und der sollitären Follikel,

vorzugsweise die nekrotisirenden Processe an diesen Gebilden, die Ausbildung der charakteristischen Typhusgeschwüre, die haben wir trotz eifrigen Suchens bei der Uebertragung des Bac. typhosus nicht finden können. Zwar so einfach, wie es auf den ersten Anblick scheinen dürfte, liegen hier die Verhältnisse nicht, wenigstens soweit es sich um die markige Infiltration handelt. Wir haben in unseren Obductionsbefunden ja bei den grösseren Versuchsthieren, den Kaninchen und Meerschweinchen, des vielfachen der Hyperämie und der Vergrösserung des follikulären Apparats Erwähnung gethan, ob es sich hier aber um eine markige Infiltration dieser Gebilde handelte, das wagen wir trotz vielfacher Untersuchung an Schnittpräparaten bei dem Mangel charakteristischer, histologischer Details mit Sicherheit nicht zu entscheiden, denn Kernvermehrung und Zellenneubildung, die dem Stadium der markigen Infiltration ihr Gepräge verleihen, sind Kriterien unbestimmten Charakters. Aber soweit hier eine Entscheidung möglich war, konnten wir die Veränderungen am Follikelapparat nur als dieselben auffassen, die sich auch an der Darmwand kund gegeben hatten, um eine erheblichere Blutfülle, einer oedematösen bisweilen hämorrhagischen Durchtränkung und kleinen, frischen Ecchymosen. In derselben Weise verhielt es sich bei der Beurtheilung der mesenterialen Drüsen.

Bei diesem Mangel charakteristischer typhöser Details müssen wir daher auf die nekrotisirenden Processe, auf die Typhusgeschwüre ein besonderes Gewicht legen, aber es ist uns in keinem einzigen Falle gelungen selbst beginnende Verschorfungen auch nur von kleinstem Umfange zu entdecken.

Wir vermissen, um unser Urtheil kurz zusammenzufassen, in erster Linie die gleichartige Localisation des Leidens, hier beim Experiment wesentlich das Duodenum und Jejunum, dort beim Typhus wesentlich das Ileum, wir vermissen zweitens die Gleichartigkeit der anatomischen Veränderungen, hier eine Entzündung der oberen, dort der unteren Abschnitte der Dünndärme, hier eine Hyperämie und Vergrösserung der Peyer'schen Haufen und mesenterialen Drüsen, dort eine markige Infiltration dieser Gebilde mit nachfolgenden nekrotisirenden Processen, den charakteristischen Typhusgeschwüren.

Auch einer parenchymatösen Entzündung der Leber und Niere vermögen wir nicht das Wort zu reden. Wir haben schon früher hervorgehoben, dass das makroskopische Aussehen dieser Organe im Gegentheil nichts weiter erkennen liess, als die erhebliche Blutfülle, wie sie ein solcher Reiz, die Invasion solcher Bacillenmengen doch nothwendiger Weise im Gefolge haben musste. Mikroskopischen Veränderungen an den Leber-

zellen sowohl, wie an den Epithelien der gewundenen Harncanälchen sind wir nicht begegnet.

Gestützt auf diese erheblichen Differenzen in den anatomischen Veränderungen können wir mit Sicherheit die Frage von der Erzeugung des Abdominaltyphus bei unseren Versuchsthieren verneinen.

Anders aber liegen die Verhältnisse bei der weiteren Frage von der Aehnlichkeit dieser durch den Versuch erzeugten Erscheinungen mit denen des Abdominaltyphus des Menschen, denn Milzanschwellung, Entzündung der Peyer'schen Haufen und mesenterialen Drüsen, Durchfälle und starke Reizung des Duodenum und Jejunum waren fast regelmässig vorhanden.

Wenn auch diese Veränderungen auf uns stets den Eindruck gemacht hatten, dass sie die nothwendigen Folgeerscheinungen der Resorption oder der Ablagerung sehr erheblicher Bacillenmengen und der von ihnen ausgeschiedenen toxischen Stoffe in den befallenen Organen waren, so konnte doch diese Anschauung nicht als eine bewiesene gelten. Ob aber diese Vermuthung die richtige war, das musste sich durch controllirende Untersuchungen entscheiden lassen, die mit Aufschwemmungen anderer Bacillen in gleicher Concentration und Menge und gleicher Art der Einverleibung anzustellen waren; dass hierzu unschuldige, mit Sicherheit nicht pathogene Gebilde verwendet werden mussten, war ja naheliegend und wir bedienten uns daher einzelner Bacillenarten, die wir gelegentlich unserer Bodenuntersuchungen rein gezüchtet hatten, Arten, die sich des Vielfachen auch im Wasser vorfinden und die daher des Häufigeren mit der Nahrung oder dem Wasser in den Körper des Menschen und der Thiere gelangen. Bedenken wir bei diesen Controllversuchen und wir heben dieses von vornherein hervor, dass der Tod der Versuchsthiere bei Einverleibung der Typhusbacillen im Wesentlichen bedingt war durch die toxischen, nicht durch die mechanischen Wirkungen, so durften wir auch den Eintritt des Todes bei diesen später anzuführenden Untersuchungen nicht mit derselben Sicherheit, nicht in derselben kurzen Zeit erwarten, denn gewiss bestehen unter den verschiedenen Bacterien hier mehr oder minder erhebliche Unterschiede, es kann sich hier vorzugsweise nur darum handeln, ob durch die gleichartige Einverleibung gleich grosser Gaben dieselben anatomischen Reizerscheinungen in mehr oder minderem Maasse hervorgerufen werden können.

Diese vergleichenden Untersuchungen nun wurden mit einer der sehr häufig im Boden und Wasser vorkommenden Bacillenart, dem „Grüngelben Bacillus“ Nr. 17 der Eisenberg'schen Tabellen[1] begonnen.

---

[1] J. Eisenberg, *Bacteriologische Diagnostik.* Hamburg und Leipzig 1886. Verlag von L. Voss.

Dieser grüngelbe Bacillus ist, wie schon des Genaueren von Eisenberg angegeben, eine bewegliche, kleine, dünne Bacillenart, die auf den Platten in oberflächlichen, mattgrün schimmernden Colonieen wächst, am deutlichsten aber in Stichculturen zu erkennen ist, da das Wachsthum wesentlich an der Oberfläche, weniger im Stichcanal stattfindet. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Die Stichcultur ist auf der Oberfläche, wie im Impfstich von grauweisser Farbe, in letzterem bleibt sie gering, fadenförmig entwickelt, auf der ersteren hat sie nach zwei bis drei Wochen ihre grösste Ausdehnung erreicht, die Oberfläche fast ganz als ein dicker prominenter Knopf einnehmend. Von der Oberfläche beginnt alsbald eine sehr deutliche gelbgrüne Verfärbung der Gelatine, die nach mehreren Wochen bis auf den Grund des Reagirglases dringt, mehr und mehr den gelblichen Farbenton verliert und schliesslich die ganze Gelatine diffus hellgrün färbt, um dann ebenfalls von oben her dieselbe mehr und mehr zu trüben.

Zunächst wurden von dieser sich leicht charakterisirenden Bacillenart Kartoffelculturen angefertigt. Das Wachsthum ist hier ein sehr schnelles. In warmer Jahreszeit sind schon nach 24 Stunden gelbrosa gefärbte Rasen vorhanden, die nach mehreren Tagen den grössten Theil der Kartoffelfläche einnehmen.

Diesen Kartoffelculturen entstammt das Material zu den folgenden Versuchen und wurden unter denselben Vorsichtsmaassregeln, wie früher bei den Typhusbacillen, vermittelst derselben Platinoese die Aufschwemmungen bereitet und mit derselben Peinlichkeit die einzelnen Verdünnungen dargestellt. Injectionsversuche mit grüngelbem, die Gelatine nicht verflüssigendem Bacillus.

I. Versuchsreihe: Injection von 1 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
113	grosse Hausmaus	15. 8. V.-M. 7 Uhr			Das Thier erkrankt auf wenige Stunden, bleibt dann aber gesund.
114	„	„			Verhalten wie 113.
II. Versuchsreihe: Injection von 5 gtt. in die Bauchhöhle.					
115	grosse Hausmaus	14. 8. N.-M 5 Uhr 16. 8. V.-M. 8 Uhr 16. 8. N.-M. 5 Uhr	Vorgeschritt. Verwesung. Beträchtlicher Milztumor, Vergrösserung der mes. Drüsen, wässeriger Inhalt im Duod. u. Jej. Schleimhaut dies. Theile geröthet.	Der vorgeschritten. Verwesung halber nicht untersucht.	+

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
116	mittelgrosse Hausmaus	14. 8. N.-M. 5 Uhr 15. 8. N.-M. 5 Uhr 15. 8. N.-M. 5 Uhr	Beträchtlicher Milztumor, Vergrösserung der mes. Drüsen. Im Duod. u. Jej. wenig flüssiger Inhalt, Schleimhaut geröthet.	In Milz, Leber u. Niere zahlreiche Bacillen. Stichcultur aus d. Milz mit Erfolg angelegt. Nach Wochen ist die nicht verflüss. Gelatine diffus grün gefärbt.	+
	III. Versuchsreihe: Injection von 10 gtt. in die Bauchhöhle.				
117	mittelgrosse Hausmaus	14. 8. N.-M. 5 Uhr			D. Thier ist bis zum 17. schwer krank, dann erst beginnt es Nahrung zu nehmen und bleibt gesund.
	IV. Versuchsreihe: Injection von 20 gtt. in die Bauchhöhle.				
118	mittelgrosse Hausmaus	17. 7. V.-M. 7 Uhr 17. 7. N.-M. 4 Uhr 17. 7. N.-M. 4 Uhr	Beträchtlicher Milztumor. Wässeriger Inhalt insbesondere im Duod. u. Jej. Schleimhaut dieser Theile stark geröthet, weniger im Ileum, Leber u. Nieren sehr blutreich.	Abstreifpräparate aus d. Milz ergab. massenhaft Bacillen, desgl. wenn auch weniger in Leber, Niere, Lungen und Blut. Stichcultur wie 116.	+
119	grosse Hausmaus	17. 7. V.-M. 7 Uhr			Das Thier ist vier Tage schwer krank. Dünner Stuhl. Am 20. fängt es an zu fressen, bleibt dann gesund.
120	kleine Hausmaus	17. 7. N.-M. 5 Uhr In d. Nacht z. 19. 19. 7. V.-M. 7 Uhr	Milz wenig vergrössert. Wässer. Inhalt im Duod. u. Jej., weniger im Ileum, Schleimhaut dieser Theile geröthet.	In Milz, Leber u. Niere spärliche Zahl von Bac. Stichcult. aus der Milz ohne Erfolg.	+
121	grosse Hausmaus	17. 7. N.-M. 5 Uhr 19. 7. N.-M. 1 Uhr 19. 7. N.-M. 3 Uhr	Milz mässig vergrössert, wässeriger Inhalt in den gesammten Dünndärmen, Schleimhaut dieser Theile geröthet mit einz. Ecchymosen. Leichte Schwellung der mes. Drüsen.	In Milz, Leber und Niere sehr zahlreiche Bacillen. Stichcultur wie 116.	+

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
122	grosse Hausmaus	18. 7. V.-M. 7 Uhr 18. 7. N.-M. 5 Uhr 18. 7. N.-M. 5 Uhr	Beträchtlicher Milztumor. Wässeriger Inhalt bes. in Duod. u. Jej. Schleimhaut dieser Theile geröthet.	In Milz, Leber, Niere und Lungen zahlr. Bacillen. Stichcultur wie 116.	+
123	mittelgrosse Hausmaus	26. 7. N.-M. 4 Uhr In der folg. Nacht 27.7.V.-M.6½ Uhr	Beträchtlicher Milztumor. Wässeriger Inhalt d. ganzen Dünndarms, auch im Ileum. Schleimhaut überall geröthet. Schwellung der mes. Drüsen.	In Milz, Leber, Niere und Lungen desgl. Blut zahlr. Bacillen. Stichcultur a. d. Milz m. Verunreinigung, zeigt aber doch grüne Färbung der Gelatine.	+
124	kleine Hausmaus	26. 7. N.-M. 4 Uhr In der folg. Nacht 27. 7. V.-M. 7 Uhr	Beträchtlicher Milztumor. Wässeriger Inhalt der gesammten Dünndärme, Schleimhaut überall geröthet. Schwellung der mes. Drüsen.	In Milz, Leber, Niere, Lungen überall massenhaft Bacillen, reichlich überall Scheinfäden. Stichcultur wie 116.	+
125	grosse Hausmaus	26. 7. N.-M. 4 Uhr 27. 7. V.-M. 7 Uhr 27. 7. V.-M. 7 Uhr	Mässiger Milztumor. Massenhaft wässeriger Inhalt in den Dünndärmen, Schleimhaut fast überall geröthet. Schwellung der mes. Drüsen.	In Milz, mes. Drüsen zahlr. Bac., weniger in Leber, Niere, Lungen, Blut. Vielf. Scheinfäden. Stichcultur aus der Niere mit Verunreinigung.	+
126	mittelgrosse Hausmaus	27. 7. N.-M. 6 Uhr In der folg. Nacht 28.7.V.-M.6½ Uhr	Mässiger Milztumor. Schwellung der mesent. Drüsen. Wässeriger Inhalt im Duod. und Jej. Schleimhaut hier geröthet mit einz. Ecchymosen.	In Milz, mes. Drüsen, Leber, Niere massenhaft Bacillen. Stichcultur wie 116.	+
127	grosse Hausmaus	27. 7. N.-M. 6 Uhr In der folg. Nacht 28. 7. V.-M. 7 Uhr	Mässiger Milztumor. Wässer. Inhalt im Duod. u. Jej. Schleimhaut hier geröthet. Schwellung der mes. Drüsen.	In Milz, mes. Drüsen, Leber u. Niere zahlr. Bacillen. Stichcultur wie 116.	+

I. Injectionen in die Blutbahn:

128. Mittelgrosses Kaninchen. 6./8. V.-M. 7 Uhr Injection von fünf Oesen auf 2 ccm Aq. in die Ohrvene. Am 7./8. früh todt vorgefunden. Section V.-M. 7 Uhr. Ausgesprochene Todtenstarre. After mit dünnem Koth beschmutzt, Vergrösserung der Milz, der mes. Drüsen, der Peyer'sche Haufen.

Im Jejun. und Duod. dünner, wässeriger Inhalt, bezirksweise Röthung der Schleimhaut. In keinem Organ Bacillen durch Streifpräparat nachweisbar. Stichcultur aus der Milz ohne Erfolg angelegt.

129. Mittelgrosses Kaninchen. 11./8. V.-M. 7 Uhr Injection wie 128. Am 12. früh todt vorgefunden. Section V.-M. 7 Uhr. Ausgesprochene Todtenstarre, After, Hinterläufe und unterer Theil des Bauches mit dünnem Koth beschmutzt. Mässiger Milztumor, geringe Schwellung der mes. Drüsen. Der ganze Dünndarm mit wässerigem Inhalt gefüllt, Schleimhaut von Duod. und Jej. weniger des Ileum geröthet, an vielen Stellen Ecchymosen, Peyer'sche Haufen vergrössert. Bacillen in der Milz in geringer Zahl nachweisbar.

II. Injectionen in die Bauchhöhle:

130. Sehr grosses Kaninchen. 5./8. V.-M. 7 Uhr Injection von fünf Oesen auf 2 ccm Aq. Spaltung der Bauchdecken bis zum Peritonäum auf 1 cm Länge, durch letzteres wird die Pravaz'sche Spritze vorsichtig geführt. Das am 5. und 6. schwer kranke Thier verendet in der Nacht auf den 7. also nach 48 bis 60 Stunden. Section 7./8. V.-M. 7 Uhr. Ausgesprochene Todtenstarre, After mit dünnem Koth beschmutzt. In der Bauchhöhle etwa 100 ccm strohgelber, klarer Flüssigkeit, zarte Fibrinniederschläge auf den Gedärmen. Milz vergrössert, desgl. die mes. Drüsen, die letzteren sind erweicht, von grau-röthlicher Farbe. Dünndarm fast leer mit wenig wässerigem Inhalt und nur bezirksweiser Röthung der Schleimhaut, Vergrösserung der Peyer'schen Haufen, die ebenfalls von grauröthlicher Farbe. Axillare wie inguinale Drüsen vergrössert, geröthet.

In keinem Organ: Axillar- wie inguinale Drüsen, desgl. mesent. Drüsen, Milz, Leber, Niere, Blut sind vermittelst Deckglaspräparat Bacillen nachweisbar.

Stichcultur aus der Milz zwar mit Verunreinigung, aber mit deutlich grüner Verfärbung der Gelatine.

131. Grosses Kaninchen. 6./8. N.-M. 4 Uhr Injection von 10 Oesen wie bei 130. Tod 8./8. N.-M. 6 Uhr; also nach 50 Stunden. Section 9./8. V.-M. $6^1/_2$ Uhr. Geringe Vergrösserung der Milz, desgleichen der auf dem Durchschnitt hämorrhagisch gefärbten mes. Drüsen. Starke Röthung der Schleimhaut des ganzen Dünndarms, vielfache Ecchymosen, im oberen Theil des Duod. ist die Schleimhaut auf 2 bis 3 cm Länge von einem Bluterguss durchsetzt. Wässeriger Inhalt im Duod. und Jejun., weniger im Ileum. Peyer'sche Haufen vergrössert. Leber und Niere dunkelbraunroth. Bacillen sind in keinem Organ zu finden.

Stichcultur aus der Milz ohne Erfolg.

Injectionsversuche mit Bacillus subtilis,

ebenfalls aus Bodenproben gewonnen. Von Gelatine-Reinculturen auf Kartoffeln übertragen, zeigt das Nr. 9 der Eisenberg'schen Tabellen angegebene Verhalten. Bereitung der Aufschwemmungen wie früher.

I. Versuchsreihe: Injection von 1 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
132	kleine Hausmaus	11. 8. V.-M. 7 Uhr			Das Thier erkrankt auf 1 bis 2 Tage, erholt sich dann aber vollständ.
133	mittelgr. Hausmaus	„			Wie 132.
134	grosse Hausmaus	12. 8. V.-M. 7 Uhr 13. 8. V.-M. 9 Uhr 13. 8. V.-M. 11 Uhr	Mässiger Milztumor, Röthung d. Dünndärme, wässeriger Erguss in denselben.	Mässige Zahl von Bacillen in Milz, Leber, Niere. Stichcultur mit Erfolg aus Milz angelegt.	+
135	kleine Hausmaus	13. 8. V.-M. 7 Uhr In der folg. Nacht 14. 8. V.-M. 7 Uhr	Wie 134.	Wie 134.	+
136	kleine Hausmaus	14. 8. V.-M. 7 Uhr			Alle vier Thiere erkranken auf 1—2 Tage, erholen sich dann aber vollständig.
137	mittelgr. Hausmaus	„			
138	kleine Hausmaus	„			
139	grosse Hausmaus	„			

II. Versuchsreihe: Injection von 5 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
140	mittelgrosse Hausmaus	11. 8. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 12. 8. V.-M. 7 Uhr	Mässige Vergrösserung der Milz. Wässeriger Inhalt in den Dünndärmen aber in geringer Menge, nur bezirksweise Röthung der Schleimhaut.	In der Milz mäss. Zahl v. Bacillen. Stichcultur mit Erfolg angelegt.	+
141	kleine Hausmaus	11. 8. N.-M. 5 Uhr			Das Thier ist am 12. krank, hat wässerige Stuhlentleer., erholt sich aber am 13.
142	„	12. 8. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 13. 8. V.-M. 7 Uhr	Erhebliche Vergrösserung der Milz u. der mes. Drüsen. Im ganzen Dünndarm bes. Duod. u. Jej. wässeriger Inhalt. Schleimhaut stark geröthet.	In der Milz zahlreiche Bacillen. Stichcultur mit Erfolg angelegt.	+

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemerkungen.
143	mittel-grosse Hausmaus	12. 8. N.-M. 5 Uhr			Das Thier erkrankt, erholt sich aber nach 2 Tagen vollständig.

III. Versuchsreihe: Injection von 10 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemerkungen.
144	mittel-grosse Hausmaus	11. 8. N.-M. $5^1/_2$ U. In der folg. Nacht 12. 8. V.-M. 7 Uhr	Erheblicher Milztumor, Vergrösserung d. mes. Drüsen, dünner Inhalt in Duod. u. Jej. Röthung der Schleimhaut dieser Theile.	In der Milz zahlreiche Bacillen. Stichcultur mit Erfolg angelegt.	+
145	grosse Hausmaus	12. 8. N.-M. 5 Uhr 13. 8. V.-M. 8 Uhr 13. 8. V.-M. 8 Uhr	Milz mässig vergröss. Im Duod. u. Jej. wässeriger Inhalt. Duod. bes. Jejun. zeigt starke Röthung der Schleimhaut.	Grosse Anzahl v. Bacillen in der Milz. Stichcultur mit Erfolg angelegt.	+
146	mittel-grosse Hausmaus	12. 8. N.-M. 5 Uhr In der folg. Nacht 13. 8. V.-M. 7 Uhr	Sehr beträchlicher Milztumor. Mesent. Drüsen etwas vergrössert. Die Erscheinungen des Darmes nicht so stark ausgesprochen wie 145.	Grosse Zahl von Bacillen in der Milz. Stichcultur mit Erfolg angelegt.	+

IV. Versuchsreihe: Injection von 20 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacterio-logischer Befund.	Bemerkungen.
147	kleine Hausmaus	11. 8. V.-M. 7 Uhr 11. 8. „ $11^1/_2$ U. 11. 8. N.-M. 4 Uhr	Vergrösserung d. Milz. Im Duod. u. Jej. wässeriger Inhalt, starke Röthung dies. Darmtheile. Mehrfache Ecchymosen hier.	In Milz u. Leber zahlreiche Bacillen. Stichcultur aus der Milz mit Erfolg angelegt.	+
148	grosse Hausmaus	11. 8. V.-M. 7 Uhr 11. 8. N.-M. 1 Uhr 11. 8. „ $4^1/_2$ Uhr	Beträchtlicher Milztumor. Vergrösserung d. mesent. Drüsen. Darmerscheinungen wie bei 147.	In Milz u. Herzblut zahlr. Heubacillen. Stichcultur wie 147.	+
149	„	11. 8. V.-M. 7 Uhr 11. 8. N.-M. 2 Uhr 11. 8. „ $4^3/_4$ Uhr	Milz u. mesent. Drüsen etwas vergröss. Darmerscheinungen wie 147.	In Milz u. Nieren massenhaft Bacillen. Stichcultur wie 147.	+
150	„	11. 8. V.-M. 7 Uhr 11. 8. N.-M. 2 Uhr 11. 8. N.-M. 5 Uhr	Milz u. mesent. Drüsen erheblich vergrössert. Ueberall, selbst im Coecum dünner Inhalt. Darmerscheinungen sehr heftig.	In Milz massenhaft Bacill., zahlreich in Niere, Leber, Herzblut. Stichcultur wie 147.	+
151	„	11. 8. V.-M. 7 Uhr 11. 8. N.-M. 2 Uhr 11. 8. „ $5^1/_4$ Uhr	Milz u. mesent. Drüsen erheblich vergrössert. Darmerscheinungen überall sehr stark ausgesprochen.	In Milz u. Blut mässige Zahl von Bacillen. Stichcultur wie 147.	+

I. Injectionen in die Blutbahn:

152. Grosses Kaninchen. 12./8. N.-M. 4 Uhr Injection von 5 Oesen auf 2 ccm Aq. gelöst in die Ohrvene. Tod 14./8. V.-M. 8 Uhr, Sect. 12 Uhr. Milz nicht vergrössert, wohl aber sehr stark die mes. Drüsen, die auf dem Durchschnitt an mehreren Stellen blutig imbibirt sind. Peyer'sche Haufen vergrössert, Schleimhaut des Duod. u. Jej. stark geröthet mit zahlreichen submucösen Ecchymosen, in den Dünndärmen wässerige Ergüsse. — In Milz, mes. Drüsen, Leber und Nieren sind in Streifpräparaten keine Bacillen nachweisbar.

153. Kleines Kaninchen. 13./8. N.-M. 5 Uhr Injection von 3 Oesen auf 2 ccm Aq. gelöst in die Ohrvene. Das Thier erkrankt in den nächsten Tagen, magert dabei sehr ab, erholt sich aber und bleibt gesund.

II. Injectionen in die Bauchhöhle:

154. Kleines Kaninchen. 13./8. N.-M. 5 Uhr Injection von 5 Oesen auf 5 ccm Aq. gelöst. Auch dieses Thier erkrankt, fängt aber am 16. wieder an zu fressen. An diesem Tage wird es durch Genickstich getödtet. Die Milz ist wenig vergrössert, sehr erheblich aber noch die mes. Drüsen, desgleichen die Peyer'schen Haufen. Der Inhalt der Dünndärme ist schleimig, die Schleimhaut des Duod. u. Jej. ist noch überall geröthet. Bacillen sind weder in der Milz noch in den Drüsen nachweisbar.

155. Kleines Kaninchen. 13./8. N.-M. 5 Uhr Injection von 8 Oesen auf 5 ccm Aq. gelöst. Verhalten des Thieres wie 154. Tod zur selben Zeit durch Genickstich. In der Bauchhöhle kein Erguss. Auf den Gedärmen feine Fibrinfäden. Milz in der Länge erheblich vergrössert. Mes. Drüsen vergrössert, auf dem Durchschnitt von grau bis grauröthlicher Farbe, weich, an einzelnen Stellen blutig imbibirt. Peyer'sche Haufen schon von aussen sichtbar, stark vergrössert. Im Dünndarm normaler Inhalt, Schleimhaut aber bezirksweise an vielen Stellen des Duod. u. Jej. noch geröthet mit vielfachen in der Rückbildung begriffenen Ecchymosen. In keinem Organ sind Bacillen nachweisbar.

Injectionsversuche mit weissem Bacillus.

Auch diese Bacillenart — Nr. 19 der Eisenberg'schen Tabellen — war von uns gelegentlich der Bodenuntersuchungen gewonnen und stellte eine bewegliche, kleine Bacterienart dar, die im Stichcanal langsam wachsend, wesentlich sich an der Oberfläche ausbreitet mit dickem rahmartigen Knopfe, auf der Kartoffelfläche ausgestrichen dort zum ausgedehnten, wenn auch gerade nicht raschen, Wachsthum gelangt und dünnere Rasen von weissgelblicher Farbe erzeugt. Die Gelatine wird durch den weissen Bacillus nicht verflüssigt, trübt sich aber nach und nach von oben her.

Aufschwemmungen und Verdünnungen wurden wie bei den vorhergehenden Versuchen von Kartoffelculturen bereitet.

I. Versuchsreihe: Injection von 1 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Sectien.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
156	kleine Hausmaus	20. 8. V.-M. 7 Uhr			An diesem Tagefrisst das Thier nicht, wohl aber am 21. und bleibt gesund.
157	„	„			Wie 156.
158	„	„			„

II. Versuchsreihe: Injection von 5 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Sectien.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
159	mittelgrosse Hausmaus	20. 8. V.-M. 7 Uhr			Das Thier ist bis zum 23. so schwer erkrankt, dass es jeden Augenblick zu verenden drohte. Dann beginnt es wieder die Augen zu öffnen und bleibt gesund.

III. Versuchsreihe: Injection von 10 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Sectien.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
160	mittelgrosse Hausmaus	19. 8. V.-M. 7 Uhr			Das Thier erkrankt, aber gesundet.
161	grosse Hausmaus	19. 8. V.-M. 7 Uhr 20. 8. V.-M. 9 Uhr „	Sehr beträchtlicher Milztumor, Vergrösserung der mes. Drüsen. Im Duod. und Jej. schleimig-wässeriger Inhalt, Schleimhaut stark geröthet.	In Milz u. Leber wenig zahlreiche Bacillen.	+

IV. Versuchsreihe: Injection von 20 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Sectien.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
162	grosse Hausmaus	20. 8. V.-M. 7 Uhr 20. 8. N.-M. 8 Uhr 21. 8. V.-M. 7 Uhr	Beträchtl. Milztumor, Duod. u. Jej. stark geröthet mit schleimig-wässerigem Erguss.	In Milz, Leber und Nieren Bacillen in mässiger Menge.	+
163	mittelgrosse Hausmaus	19. 8. N.-M. 4 Uhr In der folg. Nacht 20. 8. V.-M. 7 Uhr	Milz vergrössert. Im Dünndarm mit Ausnahme d. Ileum schleimig-wässeriger Erguss, starke Röthung dieser Darmabschnitte.	In Milz u. Leber zahlreiche Bacillen.	+

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
164	mittelgrosse Hautmaus	19. 8. V.-M. 7 Uhr In der folg. Nacht 20. 8. V.-M. 7 Uhr	Sehr beträchtlicher Milztumor. In den gesammten Dünndärmen schleimig-wässeriger Inhalt, desgl. reicht die Röthung bis ins Ileum.	In Milz, Leber, Niere wenig zahlreiche Bacillen.	+
165	grosse Hausmaus	19. 8. V.-M. 7 Uhr			Das Thier ist durch 3 Tage krank, erholt sich und bleibt gesund.

Injection in die Blutbahn:

166. Mittelgrosses Kaninchen. 20./8. N.-M. 1 Uhr Injection von 5 Oesen auf 2 ccm Aq. gelöst in die Ohrvene. Tod N.-M. 5 Uhr. Section sofort darauf. Milz wenig, mes. Drüsen und Peyer'sche Haufen stark vergrössert. Im ganzen Dünndarm schleimig-wässeriger Inhalt, die Schleimhaut insbesondere im Duod. u. Jej. stark geröthet. Auf den Lungenpleuren einige bis stecknadelkopfgrosse Ecchymosen. Axillare wie inguinale Drüsen sind nicht vergrössert und geröthet. Milz, Leber, Peyer'sche Haufen mit wenig Bacillen.

Injectionsversuche mit Micrococcus prodigiosus.
Nr. 1 der Eisenberg'schen Tabellen.

I. Versuchsreihe: Injection von 1 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
167	mittelgrosse Hausmaus	23. 8. N.-M. 4 Uhr			In dem Verhalten des Thieres tritt anscheinend gar keine Veränderung ein.
168	kleine Hausmaus	„			Wie 167.
169	„	„			„
170	„	„			„
171	„	„			„

II. Versuchsreihe: Injection von 20 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchs-thier.	Zeit d. Injection „ d. Todes „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befund.	Bemerkungen.
172.	grosse Hausmaus	18. 8. V.-M. 7 Uhr 18. 8. N.-M. 7 Uhr „	Beträchtl. Milztumor, Dünndärme bes. Duod. u. Jej. mit wässerigem Inhalt, Schleimhaut hier stark geröthet.	In Milz u. Niere massenhaft Bacillen. Stichcultur mit bekanntem rothem Farbstoff.	+
173.	mittelgrosse Hausmaus	21. 8. V.-M. 7 Uhr 21. 8. N.-M. 1 Uhr 21. 8. N.-M. 5 Uhr	Ganz enormer Milztumor. Duod. und Jej. stark geröthet mit schleimig-wässerigem Inhalt.	wie 172.	+
174	„	21. 8. V.-M. 7 Uhr 21. 8. N.-M. 1 Uhr 21. 8. N.-M. 5 Uhr	Mässiger Milztumor. Im übrigen wie 172.	„	+
175	„	21. 8. V.-M. 7 Uhr 21. 8. N.-M. 2 Uhr 21. 8. N.-M. 5½ „	„	„	+
176	„	21. 8. V.-M. 7 Uhr 21. 8. N.-M. 2 Uhr 21. 8. N.-M. 6 Uhr	Milz sehr erheblich vergrössert. Im übrigen wie 172.	„	+

Injection in die Bauchhöhle:

177. Stark mittelgrosses Kaninchen. Am 22./8. V.-M. 7 Uhr Injection von 10 Oesen auf 5 Aq. gelöst wie früher angegeben in die Bauchhöhle infundirt. Tod in der folgenden Nacht. Sect. 23./8. V.-M. 7 Uhr. After und Hinterläufe mit dünnem Koth beschmutzt. Bauchwunde ohne krankhafte Reaction. Milz nur im Längendurchmesser vergrössert, mesent. Drüsen stark vergrössert, erweicht, an einzelnen Stellen blutig durchtränkt. Im Duod. u. Jej. wässeriger Inhalt, im Ileum mehr schleimig. Schleimhaut bezirksweise stark geröthet mit zahlreichen Blutergüssen im Gewebe der Schleimhaut des unteren Jejunalendes. Peyer'sche Haufen vergrössert. In der Bauchhöhle kein Erguss. In Milz, Leber, mes. Drüsen sind zahlreiche Prod. Bacillen.

Injectionsversuche mit grüngelbem, die Gelatine verflüssigendem Bacillus.

Nr. 6 der Eisenberg'schen Tabellen. Auch diese Bacillenart war aus Bodenproben gewonnen. Auch sie charakterisirt sich leicht auf den Platten durch ihre runden, die Gelatine rasch verflüssigenden Colonieen, welche die Umgebung diffus grün färben. Das Wachsthum im Impfstich ist wenig erkennbar, aber dasselbe documentirt sich durch die von oben nach unten stattfindende Verflüssigung der Gelatine und durch die stetig zunehmende

schöne grüne Fluorescenz. Auf den Kartoffeln entsteht rasch ein grau-gelblich gefärbter Rasen und ist hier das Wachsthum ein sehr schnelles. Bereitung der Aufschwemmungen, wie früher.

I. Versuchsreihe: Injection von 1 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection / „ d. Todes / „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befung.	Bemerkungen.
178	mittelgrosse Hausmaus	24. 8. N.-M. 5 Uhr			Das Thier bleibt anscheinen gesund.
179	kleine Hausmaus	„			Wie 178.
180	„	25. 8. V.-M. 7 Uhr			„
181	„	„			„
182	mittelgrosse Hausmaus	„			„

II. Versuchsreihe: Injection von 20 gtt. in die Bauchhöhle.

Nr.	Versuchsthier.	Zeit d. Injection / „ d. Todes / „ d. Section.	Obductionsbefund.	Bacteriologischer Befung.	Bemerkungen.
183	grosse Hausmaus	24. 8. V.-M. 7 Uhr In der folg. Nacht 25. 8. V.-M. 7 Uhr	Mässige Vergrösserung der Milz. Schleimhaut von Duod. und Jejun. bezirksweise geröthet mit schleimig-wässerigem Erguss.	In Milz, Leber, Blut zahlreiche Bacillen. Stichcultur aus der Milz mit Erfolg mit fluorescirender grüner Farbe.	+
184	mittelgrosse Hausmaus	„	Mässige Vergrösserung der Milz. Sehr beträchtlicher Erguss in den oberen Dünndarmschlingen, Schleimhaut hier geröthet.	In Milz und Nieren Bacillen in mässiger Zahl. Stichcultur wie 183.	+
185	„	„	Sehr beträchtlicher Milztumor. Nicht erheblich schleimig-wässeriger Erguss in den oberen Dünndarmschlingen, bezirksweise Röthung der Schleimhaut hier.	In Milz und Lungen zahlr. Bacillen. Stichcultur wie 183.	+
186	kleine Hausmaus	„	Sehr beträchtlicher Milztumor. Erheblicher Erguss in den oberen Theil der dünnen Gedärme.	In Milz und mes. Drüsen zahlr. Bacillen. Stichcultur wie 183.	+
187	„	24. 8. N.-M. 4 Uhr In der folg. Nacht 25. 8. V.-M. 7 Uhr	Sehr erheblicher Milztumor. Geringer Erguss im oberen Theil der dünnen Gedärme, Schleimhaut geröthet.	„	+

Injectionsversuch in die Blutbahn:

188. Mittelgrosses Kaninchen. 5 Oesen auf 2 ccm Aq. gelöst in die Ohrvene gespritzt am 20./8. N.-M. 1 Uhr. Tod 21./8. N.-M. 2 Uhr. Sect. 4 Uhr. After und Hinterläufe mit dünnem Koth beschmutzt. Milz im Längendurchmesser erheblich vergrössert. Mes. Drüsen vergrössert mit zahlreichen Blutergüssen in das Gewebe der Kapsel, auf dem Durchschnitt in Rinden- wie Marksubstanz blutig durchtränkt, von braunrother Farbe, erweicht. Dünndarm bis zur Valv. Bauhini mit wässerigem Inhalt, Peyer'sche Haufen vergrössert, mit einzelnen Blutergüssen, die Schleimhaut bezirksweise stark geröthet im Duod. u. Jej., auch hier an einzelnen Stellen kleine Blutergüsse im Gewebe der Schleimhaut. Zahlreiche subpleurale Ecchymosen am unteren Rande beider Lungen. In Milz, mes. Drüsen, Leber und Nieren sind die Bacillen noch nachweisbar, wenn auch nur in spärlicher Menge.

Diese vergleichenden Untersuchungen, welche wir mit fünf nicht pathogenen Bacillenarten 1) dem grüngelben, die Gelatine nicht verflüssigenden Bacillus, 2) dem Bacillus subtilis, 3) dem weissen Bacillus, 4) dem Micrococcus prodigiosus, 5) dem gelbgrünen, die Gelatine verflüssigendem Bacillus angestellt hatten, auf weitere Bacterienarten auszudehnen, erschien uns nicht nothwendig. Für unsere Vermuthungen waren sie zur Genüge beweisend. Wir waren bei diesen Untersuchungen von den Zweifeln ausgegangen, ob die Organveränderungen, welche durch intravenöse oder intraperitonäale Injection von Typhusbacillen bei Haus- und Feldmäusen, Kaninchen und Meerschweinchen erzielt worden waren, ob diese Organveränderungen charakteristische, d. h. den Typhusbacillen eigenartige seien, oder ob dieselben eine nothwendige Folgeerscheinung massenhafter bacillärer Invasion überhaupt darstellten.

Ueberblicken wir die zur Entscheidung dieser Frage angestellten Untersuchungen, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie alle bei fast sich deckenden Resultaten für eine nicht charakteristische, nicht den Typhusbacillen eigenartige Wirkung sprechen. Alle anatomischen Veränderungen, wie die Vergrösserung der Milz, der mesenterialen Drüsen, der Peyer'schen Plaques, der Entzündung wesentlich der oberen Dünndarmschlingen mit ihrem wässerigen Erguss in das Darmlumen, die es uns zweifelhaft erscheinen liessen, ob es sich hier um typhusähnliche Organerkrankungen handle, die sehen wir in gleicher Eigenart, mit fast derselben Regelmässigkeit wiederkehren bei der intravenösen oder intraperitonäalen Einverleibung jener fünf genannten Bacillenarten. Ueberall dasselbe Krankheitsbild, dieselben Organveränderungen, Wir sehen hier die Worte Flügge's, die wir im Beginn dieser Arbeit bereits hervorhoben, bestätigt: „Es ist bekannt, dass eine Gruppe ziemlich verbreiteter Organismen, die aber von den Typhusbacillen durchaus verschieden sind, die gemeinsame Eigenschaft haben, bei intravenöser oder auch bei subcutaner

Einverleibung Thiere unter den Erscheinungen einer Gastroenteritis, oft mit starker Schwellung und Ulceration der Peyer'schen Plaques zu tödten."

Jene Vermuthung aber von einer besonders starken toxischen Wirkung der Typhusbacillen, die wir anfangs noch hegten, dass der Tod der mit Bac. typhosus inficirten Versuchsthiere in viel rascherer und sicherer Weise erfolgen würde durch die diesen Gebilden eigenartigen giftigen Stoffwechselproducte, viel rascher und sicherer als bei den übrigen in dieser Beziehung untersuchten Bacillenarten, die hat sich nicht in dem Umfange bestätigt, wie wir dieses erwartet hatten. Wir können in dieser Beziehung nur sagen, dass grössere Gaben von Bac. typhosus in Folge der toxischen Wirkungen ihrer Stoffwechselproducte deletär, das Leben gewöhnlich vernichtend wirken, dass aber in diesen Wirkungen ihnen nahe stehen die genannten von uns näher untersuchten Bacillenarten, da auch diese in ähnlichen grossen Dosen die Versuchsthiere verenden liessen.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so muss der Schlusssatz dieser vergleichenden Untersuchungen lauten, dass die durch intravenöse oder intraperitonäale Injection von Typhusbacillen hervorgerufenen Organveränderungen nur derartige sind, wie sie durch einzelne andere, nicht pathogene Bacillen ebenfalls erzeugt werden können, dass ferner die toxischen Wirkungen auch nur solche sind, die andere nicht pathogene Bacterienarten in ähnlichem, wenn auch nicht in demselben Grade besitzen.

Damit ist aber auch bewiesen, dass das zweite Kriterium specifische, charakteristische anatomische Veränderungen durch die Injection von Typhusbacillen im Thierkörper hervorzurufen, von uns nicht erfüllt werden konnte.

Wenn wir somit sagen müssen, dass 1. eine Vermehrung der Typhusbacillen in den von uns zur Untersuchung herangezogenen Thierarten und auf den von uns befolgten Wegen nicht stattgefunden hat, dass im Gegentheil die einverleibten Bacillen rasch zur Ablagerung und zum Verschwinden gelangen, wenn wir 2. sagen müssen, es ist auf diesen Wegen nicht gelungen, Typhus oder typhusähnliche Organveränderungen zu erzeugen, so haben wir den Beweis erbracht, dass eine erfolgreiche Uebertragung der Typhusbacillen durch intravenöse oder intraperitonäale Einverleibunng derselben bei Haus- und Feldmäusen, bei Kaninchen und Meerschweinchen nicht möglich ist.

[Mittheilung aus der bacteriologischen Abtheilung der amtlichen Lebensmittel-Untersuchungsanstalt von Dr. Schmitt in Wiesbaden.]

Zur Färbetechnik.

Von

Dr. H. Kühne.

Das Ausziehen der Farbe zum Zwecke der Differenzirung von Mikroorganismen und Gewebe wurde bis jetzt vorwiegend durch Alkohol, Säuren und andere Chemikalien bewirkt, wogegen die gegenseitige Einwirkung der Farbe unter sich nach dieser Richtung hin nur wenig benutzt wurde, weil die bisher damit angestellten Versuche nicht sehr befriedigend ausgefallen waren.

Das Bestreben, bei der Färbung von Tuberkelbacillen im Gewebe die Anwendung der Säuren als Ausziehungsmittel zu vermeiden, veranlasste mich, eine Reihe von Anilinfarben aus der Badischen Anilinfabrik auf ihr diesbezügliches Verhalten zu untersuchen und bin ich dabei zu Resultaten gekommen, welche geeignet erscheinen, die Principien dieses Verfahrens grösserer Beachtung zu empfehlen.

Von allen untersuchten Farbstoffen zeigte sich mir das Fluorescin zum Ausziehen von Fuchsin, Hexamethylviolet und in Verbindung mit Eosin auch von Methylenblau am brauchbarsten. Auch Auramin verhält sich ähnlich, nur lässt es das Gewebe gelb gefärbt, was bei Fluorescin nur ausnahmsweise stattfindet. Zum Ausziehen von Fuchsin ist auch Alkaliblau in alkoholischer Lösung zu verwenden, es wirkt zwar viel lang-

samer als Fluorescin, giebt aber eine sehr schöne Contrastfarbe. Lichtgrün S. zieht das Fuchsin schneller aus und zeigt die Mikroorganismen roth auf grünem Grunde.

Vor der speciellen Beschreibung der Färbemethoden, in welchen das Fluorescin eine Rolle spielt, will ich noch einige Bemerkungen über die angewendeten Beizen vorausschicken. Sie sind je nach dem Farbstoffe verschieden auszuwählen: für Fuchsin eignet sich Anilinöl- oder Thymolwasser, für Methylenblau eine $^1/_2$ bis einprocentige wässrige Lösung von Ammon. carb., für Violet dieselbe Lösung allein oder mit der Hälfte Thymolwasser versetzt. Ferner empfiehlt es sich, alle Schnitte vor dem Eintragen in die Farbe ca. fünf bis zehn Minuten lang der Einwirkung einer conc. wässrigen Oxalsäurelösung auszusetzen, sie einige Minuten in viel Wasser auszuspülen und sie dann wieder in Alkohol zu entwässern, zu welchem Verfahren mich zuerst die Beobachtung brachte, dass Typhusbacillen im Gewebe in so vorbereiteten Schnitten viel zahlreicher und besser gefärbt wurden als ohne diese vorgängige Beizung. Wendet man keine alkalische Farbstofflösung an, so müssen die Schnitte natürlich vorher sehr sorgfältig ausgewaschen werden.

Was nun die speciellen Färbemethoden selbst anbetrifft, so entfärbte ich im Beginne meiner Versuche die in wässriger Farbstofflösung mit Fuchsin oder Violet gefärbten Schnitte in Fluorescin-Alkohol, spülte letzteren nach der Entfärbung in absolutem Alkohol aus und übertrug in Oel und Balsam. Die damit erzielten Resultate waren zwar recht befriedigend, indessen passte die Methode nicht für Methylenblau, weil dieser Farbstoff durch Fluorescin-Alkohol zu leicht aus den Mikroorganismen ausgezogen wird. Auch glaubte ich zu bemerken, dass schon der absolute Alkohol allein nach derselben Richtung hin mehr oder weniger schädlich wirkt und suchte deshalb durch Zusatz desselben Farbstoffs, mit welchem der Schnitt gefärbt war, seine Wirksamkeit auf die nothwendige Entwässerung desselben zu beschränken. Die Concentration dieser alkoholischen Farblösung wird so gewählt, dass man noch den Schnitt auf dem Boden des Schälchens liegen sehen kann, weil sonst die Uebertragung Schwierigkeiten macht. Nach fünf bis zehn Minuten bringt man den Schnitt aus dem gefärbten Alkohol in Fluorescin-Nelkenöl, welches nun die Differenzirung je nach dem Materiale mehr oder weniger schnell besorgt. Hat man mit Methylenblau gefärbt, so bleiben die Schnitte nur so lange in diesem Oele, bis sie einen grünen durchsichtigen Ton angenommen haben, worauf sie zur definitiven Differenzirung in Eosin-Nelkenöl kommen. Auf diese Weise erzielt man eine intensive isolirte Methylenblaufärbung bei Rosafärbung des Gewebes, sodass derartige Präparate der Gram'schen

Methode analoge Resultate liefern. Um die Präparate dauerhaft zu machen, überträgt man die Schnitte aus dem Nelkenöl auf einige Minuten in ein anderes möglichst dünnflüssiges ätherisches Oel, wozu sich am besten Tereben, Terpenthinöl oder japanisches Kampheröl eignen und dann schliesslich in Xylol zum Zwecke vollständiger Entölung, worauf dann in Xylol-Canadabalsam eingeschlossen wird. Bei der directen Uebertragung aus Nelkenöl in Xylol kommt häufig Schrumpfung der Schnitte vor.

Anstatt des Nelkenöls könnte man des schwachen Geruchs wegen vortheilhaft das Eugenol verwenden, wenn es nicht über dreimal so theuer wäre als das Ol. caryoph. album, welches zwar etwas stärker als ersteres, aber keineswegs so widerwärtig als das aus Stengeln bereitete riecht. Man bereitet das Fluorescin-Nelkenöl durch feine Verreibung des Farbstoffs mit Nelkenöl in einer Reibschale, giesst das Ganze in eine Flasche und lässt absetzen. In derselben Weise wird Eosin-Nelkenöl bereitet.

Die Anwendung des Jodwassers zur Fixirung von Violet ist bei diesem Verfahren zwar nicht absolut nothwendig, indessen verdirbt es auch nichts, nur ist dabei die Anwendung einer Ammoniakbeize an Stelle des Anilinölwassers zu empfehlen, weil man dann die Schnitte länger in der Farbe lassen kann, ohne Farbstoffniederschläge befürchten zu müssen. Die Schnitte werden nach der Färbung nicht in Alkohol, sondern in Wasser gut abgespült, ein bis drei Min. in Jodlösung übertragen, dann in alkoholischer Violetlösung entwässert und mit Fluorescin-Nelkenöl ausgezogen.

Zur intensiven Färbung von Tuberkelbacillen im Gewebe genügt es, die Schnitte zwei Stunden lang in einer bis zur Undurchsichtigkeit concentrirten kalten alkalischen wässerigen Violetlösung zu färben und dann, wie eben angegeben, weiter zu behandeln. Will man rothe Grundfärbung haben, so vollendet man die Differenzirung mit Eosin-Nelkenöl. Will man sie mit Fuchsin färben, so nimmt man als Beize auf ca. 30° R. erwärmtes Thymolwasser, lässt die Schnitte $^1/_2$ bis eine Stunde in der Farbe, entwässert mit Fuchsin-Alkohol und differenzirt mit Fluorescin-Nelkenöl. Die andern von mir nach dieser Methode gefärbten Mikroorganismen, wie Milzbrandbacillen, Koch'sche Mäusebacillen, Schweinerothlaufbacillen, M. tetragenus, Septicämiecoccen etc. brauchten nur fünf bis zehn Minuten in der Farbe zu bleiben, sie färben sich sämmtlich wenigstens in einem der drei angeführten Farbstoffe tadellos. Leider war ich nicht im Besitze von gutem Materiale, um die Färbung der Rotzbacillen nach der obigen Methode zu versuchen, wozu die Arbeit von Löffler über die Aetiologie der Rotzkrankheit Anregung gab. Auch er wendete zum Ausziehen eine gelbe Farbe, das Tropaeolin, an, aber mit Zu-

satz von Säuren, was ich principiell vermieden habe, um die Bacillenfärbung nicht zu schädigen.

Soweit man in diesen Dingen überhaupt ein sicheres Urtheil fällen kann, haben mich meine sehr zahlreich angestellten vergleichenden Versuche zu der Annahme geführt, dass meine oben beschriebene Methode sehr gut differenzirt und die Mikroorganismen in weit grösserer Anzahl färbt, als wenn man nach den bisher gebräuchlichen Methoden verfährt.

